HISTOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

H. KARSTEN.

MIT DREI TAFELN IN STEINDRUCK.

BERLIN,
FERD. DÜMMLER'S VERLAGSBUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.
1862.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22290126

Inhalt.

Bildung, Entwickelung und Bau der Pflanzenzelle.

Geschichtliches p. 1 — 5.

I. Korkzellen p. 5 — 11. Entstehung derselben in Cecropia p. 5. In Philodendron p. 6. In dessen Zellen und Gefäfsen sie auch zu mehreren entstehen p. 7. Porös verdickte Korkzellen; Herstellung der ursprünglichen sphärischen Form in Ammoniak; Resorption ihrer Mutterzellen p. 8. Ausdehnung einer Korkzelle aus einer Zelle in das benachbarte Gefäfs; Korkzellen in Krystallzellen; die Milchsaftgefäfse und ästigen Bastzellen der Rinde werden resorbirt ohne Korkzellen zu bilden p. 9. Calluszellen den Korkzellen anatomisch gleichwerthig p. 10.

II. Oedogonium p. 11 — 22. Bildung neuer Gliedzellen durch Vergröfserung endogener Zellen p. 12 und 13. Resorption der Secrete der Mutterzelle bei gleichzeitiger Bildung in den Tochterzellen p. 14. Diejenige des Zellkerns p. 15. Dessen Entwickelung und Wachsthum; die beiden die Scheidewand bildenden Tochterzellen lassen sich nicht wieder trennen p. 16. Zelliger Inhalt der entwickelten Gliedzellen p. 17. Nicht gestreckte Gliedzellen enthalten gleichfalls zwei Tochterzellen mit verdickten primären Häuten; abwärts verlängerte Ringfalten der primären Zellhaut p. 19. Bary's Zersetzungskugeln mit Thierparasiten p. 20 — 22.

III. *Cladophora glomerata;* Polarität ihrer Gliedzellen p. 23 — 26. Ursache der Polarität des vegetabilischen Organismus im Allgemeinen p. 25.

IV. Das die Cladophora-Gliedzelle in gewissen Perioden anfüllende Gewebe von Secretionszellen, welche in der Mittellinie der Zelle entstehen und an der Peripherie verfliefsen p. 27 — 31. Einzelne dieser Secretionszellen verdicken ihre Membran p. 31.

V. Entwickelungsweise des Wurzelendes der Cladophorazelle p. 31 — 35. Faltenbildung der Haut der benachbarten abgestorbenen Zelle p. 32. Gliedzellen der Wurzelzelle p. 33. Selbstständiges Wachsthum ihrer Hüllhaut; Falten der assimilirenden Haut der Gliedzellen p. 34. Ursache derselben p. 35.

VI. Scheidewandbildung in den Gliedzellen der Cladophora durch endogene Zellen p. 36 — 45. a) Neben den Ringfalten durch Aneinanderlegen schon etwas verdickter Zellhäute p. 36. b) Ohne solche Ringfalten, durch Aneinanderlegen höchst zartwandiger Zellen, deren Häute dann erst zu verdicken beginnen p. 37. Scheinbare Einschnürung des Zellinhaltes p. 40. Lösungsmittel der in der Verdickung begriffenen Zellhaut; diosmotische Flüssigkeiten p. 41. Wirkung dieser Stoffe auf die neuen Gliedzellen p. 42 — 45.

VII. Entwickelung des Pollens p. 45 — 51. Geschichtliches 45, 46. Entstehung des Pollens der *Althaea rosea* p. 47—50; aus endogenen freien Zellen p. 47 zwischen welche die verdickte Haut der Mutterzelle etwas hineinwächst p. 48 und darauf auch die aneinander liegenden Häute der primären Pollenzelle von der Peripherie nach dem Centrum und zugleich von dem Centrum nach der Peripherie sich verdicken p. 49. Entwickelung der Stacheln auf der Oberfläche des Pollens p. 50.

VIII. Wachsthumsverhältnisse der Spirogyren p. 51 — 58. Endogenes Zellgewebe der Spirogyrengliedzelle aus Chlorophyllschläuchen p. 53, 54 und farblosen Secretionszellen p. 55, 56 bestehend, letztere Cellulose enthaltend p. 56, die auch in den Mutterzellen vorkommt und welche während der Vegetation verbraucht wird p. 57.

IX. Bau und Entwickelung des Zellkerns (Kernzelle) 58—61. Vermehrung derselben durch endogene Zellen p. 58, 59. Kreisen des Zellsaftes zwischen den Secretionszellen von der Haut der Mutterzelle zu dem der Kernzelle p. 61.

X. Entstehung neuer Gliedzellen 62—69. a) Durch Entwickelung innerhalb der tertiären Zelle p. 62—64. b) Durch Entwickelung der in den secundären Zellen enthaltenen Tochterzellen 64 u. f. Falten der Haut der Mutterzellen 63, 67—69.

XI. Zwischenzellstoff p. 70. Cuticula p. 71, 72. Stoffmetamorphose der verschiedenen Häute einer Gewebezelle und deren selbstständigen Formentwickelung ohne Einwirkung eines Primordialschlauches p. 73. Schichtenbildung der assimilirenden Zellmembran; Unterscheidung einer Zellhaut und Hautschicht p. 74. Arten und Ursachen der Formveränderung der ursprünglich structurlosen Zellhaut p. 75—77. Unhaltbarkeit der Lehre vom Primordialschlauch p. 77—78.

Nachdem Malpighi, Grew und Leeuwenhoek die Pflanzenanatomie begründet und Moldenhawer, Mirbel, Bernhardi, Treviranus, Rudolphi, Link, Meyen, Unger, Mohl u. a. m. die Zusammensetzung des Pflanzengewebes aus gesonderten Zellen erkannt hatten, begann auch die Entwickelungsgeschichte der Zelle Gegenstand der Untersuchung zu werden. Nach verschiedenen Richtungen jedoch wichen die Ergebnisse der in dieser Beziehung angestellten Forschungen auseinander, wie es die Natur des Objectes erwarten liefs.

Einerseits lenkte die schon im Jahre 1835 von Mohl vertheidigte Ansicht einer Vermehrung der Zellen vermittelst Theilung vorhandener Mutterzellen durch Scheidewände, welche als Falten von den Wandungen der Mutterzellen ausgehen und bis in die Mittellinie der Zellen hineinwachsen sollten, die Anatomen in die noch heute verfolgte Richtung: andererseits benutzte Schleiden *) das häufige Vorkommen des Zellkern genannten Körpers, welchen R. Brown innerhalb der in lebhafter Entwickelung begriffenen Zellen beobachtete, zur Begründung einer entgegengesetzten Lehre über Zellenbildung.

Schleiden betrachtete diesen Zellkern als die Grundlage und den Bildner der ihn einschliefsenden einfachen Zellhaut. Die denselben zusammensetzende schleimige Substanz verwandelt sich nach ihm an der Oberfläche in eine Gallerthaut, die später in Membranstoff verändert wird. In die so entstandene geschlossene Gallertblase dringt nach Schleiden's Ansicht an einer Seite die äufsere Flüssigkeit ein und dehnt sie aus, so dafs jener Schleimkörper auf einer Seite frei wird, an der andern der innern Wandung ankleben bleibt; dann bildet er eine neue Schicht an seiner freien Seite und wird so in eine Duplicatur der Wandung eingeschlossen, oder er bleibt frei und wird dann meist aufgelöst und verschwindet.

Die grofse Mehrzahl der Anatomen kommt jetzt darin überein, dafs neben der im Pflanzenreiche selten vorkommenden freien Zellenbildung im Umkreise eines mehr oder weniger vollständig organisirten Kernes einer Mutterzelle die Entstehung der Zellen durch Theilung, der Darstellung Mohl's entsprechend, der häufigere Vorgang sei.

Gegen diese Ansicht eines zweifachen Bildungstypus der Zelle suchte ich schon im Jahre 1843 in meiner Dissertation „*De cella vitali*" nachzuweisen, dafs die Entwickelung organischer Formen einem einfachen Gesetze unterworfen sei, auf welches mich die Beobachtung der Entwickelungserscheinungen der pflanzlichen und

*) Müller's Archiv 1838. Grundzüge 1842.

thierischen Gewebe geführt hatte und von dessen Wahrheit ich noch heute nach zwanzigjährigem Studium dieses für die Anatomie wie für die Physiologie gleich wichtigen Gegenstandes überzeugt bin.

Ich führe dasselbe in seiner Gliederung hier nochmals vor, da jene Schrift wenig bekannt wurde und zum Theil mifsverstanden worden ist:

1. *Omnis cellae formatio originaria est, intra vividum organismum; cella dissepimentis longitudinalibus et transversalibus aut proliteratione in duo nova individua non disjungitur* (pag. 72).
2. *Cellae evolutio non pendet ab antecedente solidi nuclei formatione* (l. c.).
3. *In primo vitae suae gradu cella parva, puncto simillima vesicula apparet* (pag. 64).
4. *In organismo non exstat cella vegetationis simplex; ubique enim secundaria cella adest* (l. c. pag. 30). — *Quaevis organismi pars elementaria (cella q. d. elementaria) ex endogenarum cellarum serie constat; membrum, quod interdum huic cellarum seriei interjicitur, est secretionis cella* (pag. 71).
5. *In secundaria cella — — nucleus invenitur — — quem Schleiden cellam formantem cytoblastum — — vocavit, equidem vero parvam cellam tertiariam habeam, ab explicatione impeditam* (pag. 34).
6. *In interiore cellae parte citius tardiusve vel una vel plures novae cellae plane eodem modo nascuntur* (pag. 70).
7. *Organismus potentia ex uno tali cellarum systemate, i. e. reproductionis cella, — actu e cellarum seriebus aggregatis (quarum unaquaeque ipsa reproductionis cella esse potest) nunquam ex simplici cella constat* (pag. 70) *).

Durch diese Arbeit hoffte ich nicht nur die Anatomen von dem zusammengesetzten Baue des Elementarorgans der Pflanzengewebe, dessen jüngstes Glied das Kernkörperchen sei, zu überzeugen: sondern auch zugleich die Physiologen auf die innige Beziehung aller verschiedenen endogenen Glieder eines und desselben Zellensystems zu einander und auf die Wechselwirkung der sie constituirenden Wandungen mit dem flüssigen und festen Inhalte hinzuführen, — eine Wechselwirkung, aus der nicht nur die wichtigsten Formveränderungen der ursprünglich structurlosen Zellhaut hervorgehen, sondern auch die grofse Mannigfaltigkeit der eigenthümlichen chemischen Combinationen der organischen Materie erzeugt werden.

Das Vorhandensein einer secundären Zelle in den Gewebezellen der grofsen Klasse der Algen wurde noch in dem Jahre des Erscheinens meiner Schrift, wahrscheinlich ohne dafs er diese kannte, durch Kützing **) nachgewiesen; und im folgenden Jahre bestätigte Mohl***) für alle Pflanzenzellen deren von mir angegebene Structur.

Somit versprach eine Seite meiner Arbeit bald nach ihrem Erscheinen nutzbar zu werden, indem der zusammengesetzte Bau des Elementarorgans der Pflanze von dem erfahrensten Anatomen anerkannt war.

Hinsichtlich der Functionen der verschiedenen Elemente dieses Microcosmus

---

*) Schleiden (Grundzüge 1861 pag. 157) citirt den Inhalt meiner Schrift durch folgende Worte: „Die Zellen entstehen durch Ausdehnung amorpher Körnchen der organischen Materie in den Zellen.“ — Dafs dies meiner Ansicht direct entgegengesetzt ist, wird Jeder aus dem Obigen entnehmen können.

**) *Phycologia generalis* pag. 33.

***) Bot. Zeit. 1843.

und ihrer Bedeutung für denselben hatte ich jedoch nicht das Glück Mohl's Zustimmung zu finden. Während ich eine successive, endogene Entstehung der ineinandergeschachtelten Zellen darzuthun suchte und von der Fortdauer der Assimilationsthätigkeit ihrer oft geschichtet sich verdickenden Membranen überzeugt war, stellte dieser ausgezeichnete Forscher die entgegengesetzte Theorie auf: die dünne, noch stickstoffhaltige, zarte Membran, welche in einem gewissen Entwickelungszustande der meisten Gewebezellen der Pflanzen eine äufsere schon verholzte Zelle auskleidet, — diejenige Membran, welche ich für die endogene, secundäre, später gleichfalls verholzende Zelle erklärte, — sei die zuerst (im Sinne Schleiden's) um einen Zellkern entstandene, primäre Haut des ganzen Schichtensystems der vollkommen entwickelten Gewebezelle, und meinte, dafs diese defshalb von ihm Primordialschlauch genannte Zellhaut unverändert bleibe, bis sich auf ihrer äufseren und inneren Oberfläche die aus Zellstoff bestehenden Häute abgesondert hätten.

Mohl wie auch Schleiden und die ihrigen nahmen an, dafs sich auf diese Weise ein längere Zeit unveränderliches Gehäuse um den durch fortdauernde Diffusion in Veränderung verbleibenden Inhalt bilde, mir dagegen schienen die Entwickelungserscheinungen auf eine gleichzeitige continuirliche chemische Veränderung der Haut wie des Inhaltes der Zelle hinzudeuten.

Nachdem ich schon in jener Schrift die mannigfachen Entwickelungsformen der Membran der secundären Zelle erörterte und an andern Orten *) verschiedene chemische Metamorphosen der äufsern, primären, in einem gewissen Entwickelungszustande aus Zellstoff bestehenden Zellhaut ausführlich beschrieb, — Umwandlungen, deren Stattfinden durch Wigand **) bestätigt und weiter nachgewiesen ist: soll es hier meine Aufgabe sein, nochmals darzuthun, dafs alle Zellen des Pflanzengewebes, so weit die Beobachtung reicht, als kleine Bläschen frei im flüssigen Inhalte schon vorhandener Zellen sich bilden und sich unter häufig nachweisbaren chemischen Veränderungen bis zu ihrer normalen Gröfse ausdehnen; dafs ferner die Faltenbildung der Mutterzelle dort, wo sie bisher beobachtet wird, eine Vermehrung derselben wohl begleitet, aber nicht veranlafst.

Neben den in dem Zellsafte entstehenden, entweder einzeln zur Erhaltung des Individuums oder zu mehreren zum Zwecke der Vermehrung sich erzeugenden Gewebezellen treten in der Zellflüssigkeit in mehrfacher Aufeinanderfolge entstehende und wieder vergehende Zellengenerationen auf, welche als die Erzeuger der zusammengesetzteren organischen Verbindungen und zum Theil auch als die Ursache der Mannigfaltigkeit in der Form der Verdickungsschichten der ursprünglich structurlosen Membran der Gewebezellen, welcher sie anhaften, erkannt werden.

Dafs diese von mir als Secretionszellen bezeichneten kernlosen Bläschen (Amylum, Chlorophyll u.a.m.) wirklich zellige Bildungen und nicht structurlose Körper sind, ist keineswegs eine anatomische Minutiosität, wie es zum Theil von den älteren Anatomen aufgefafst wurde, sondern für die Physiologie von der allergröfsten Wichtigkeit.

Wenn ein bedeutender Anatom sich über die immer tiefer in die kleinsten Organisationsverhältnisse eindringende Anatomie mifsmüthig dahin äufserte, die Phy-

*) Abhandl. der Berl. Acad. 1847, pag. 111. — Bot. Zeitung 1857, pag. 314. — Poggendorffs Annalen 1860, No. 4.

**) Desorganisation der Pflanzenzelle 1862.

siologie gehe unter in einer subtilen Anatomie: so wird dagegen hoffentlich bald die Erfahrung lehren, dafs die Physiologie vielmehr aufgeht in einer subtilen Anatomie.

Die Anatomie wird die unklaren Begriffe der Vacuolen, der zwischen Wassertropfen strömenden und der verhärteten Plasmastränge, der Zellstoffbalken u. s. w. verlassen und die Physiologie es zugeben müssen, dafs sie auf einem Irrwege sich befunden, wenn sie die ganze Lebensthätigkeit der Zelle auf ein einzelnes Glied derselben, den sogenannten Primordialschlauch übertrug und die Entstehung und Verbreitung der flüssigen organischen Stoffe im Pflanzenkörper durch Diffusion, die Vergröfserung der Zellen als Folge von Endosmose durch Expansion, die Verdickung der Zellwände durch Niederschläge aus den sie umgebenden Flüssigkeiten u. a. m. erklären zu können glaubte.

Die Aufgabe der Naturforschung ist es allerdings, auch in dem Reiche des Organischen die Gesetze zu erkennen, welche den Prozefs der Gestaltung beherrschen, die Art der physikalisch-chemischen Thätigkeit nachzuweisen, durch die sich im Organismus die mannigfachen Combinationen der Materie erzeugen, welche in specifisch verschiedenen Formen sich ausprägen. Die Wissenschaft wird dieser Kenntnifs sich nähern, vielleicht dereinst sie erreichen können, jedoch nicht auf dem Wege und nicht so unmittelbar, wie die heutige Physiologie sich schmeichelt.

Und wenn dieses Ziel erreicht ist, wird damit die Schöpfung der Organismen erklärt sein? wird dann die Wissenschaft die Methode angeben können, auch nur ein Elementarorgan derselben, eine Zelle, hervorzubringen und in Wirksamkeit zu erhalten, wie dies heute ein Theil der Forscher zu hoffen, ein anderer zu fürchten scheint, falls jene Aufgabe gelöst sein sollte?

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen kann dies nur verneint werden.

Die Physiologie wird die Bedingungen und die Vorgänge erkennen können, welche aus der Keimzelle die zahllos auf einander folgenden Zellengenerationen bis zu der vollständigen Entwickelung des zusammengesetzten Organismus sich heranbilden lassen, aber eine einzige dieser in unendlicher Mannigfaltigkeit vorhandenen Keimzellen oder irgend ein organisirtes Gebilde zu erzeugen wird ein vergebliches Bemühen bleiben, da es vielmehr als das hauptsächlichste Ergebnifs der histologischen Forschung der letzten 25 Jahre, zumal nach den trefflichen chemischen Versuchen Pasteur's festzustehen scheint, dafs nur im Organismus neue Zellen entstehen: und da weder die Chemie irgend eine Mischung organisirbarer Materie herzustellen, noch die Physik den Nachweis für die Bedingungen ihrer Gestaltung zu geben vermag! *)

In dem Folgenden wird natürlich nicht die Art der Entstehung und des Wachsthums aller Zellen der verschiedenen Gewebeformen des Organismus nachgewiesen werden; für manche derselben ist dies wegen ihrer eigenthümlichen Entwickelungsverhältnisse kaum möglich, für andere habe ich es in meiner Dissertation gethan und die Entstehung der übrigen als analog angenommen.

Zum Theil sind meine Beobachtungen, zum Theil ist die auf diese gegründete Folgerung angezweifelt worden.

---

*) Nur Schleiden (Grundzüge 1862, pag. 145) und mit ihm wenige andere Forscher nehmen noch eine Urzeugung von Zellen, ein Entstehen derselben in gährenden Flüssigkeiten aufserhalb einer schon vorhandenen Zelle an.

Um erstere durch ausführlichere Darlegung der Erscheinungen, welche am meisten gegen meine Ansicht zu sprechen schienen, zu vervollkommnen, werde ich hier besonders die freie endogene Entstehung und das Wachsthum der Kork-, der Pollen- und der Gewebezellen der einfachen Algenformen, welche vorzüglich *) als Beweise der Zellenbildung durch Abschnürung angeführt werden, nachweisen und mich dann berechtigt halten anzunehmen, dafs das gleiche Gesetz auch für die Entstehung und das Wachsthum der übrigen Zellen Geltung habe.

Durch die weitere Bearbeitung und die Erledigung dieser Fragen wird die Ueberzeugung gewonnen werden, dafs das auf einmal als fertige Zelle entstandene bläschenförmige Gebilde, dessen Natur von den eigenthümlichen Mischungsverhältnissen seines Bildungsstoffes abhängig ist, einen auf continuirliche Veränderungen des physikalischen und chemischen Zustandes seiner Membran und seines Inhaltes beruhenden Entwickelungsgang verfolgt, darin dem Organismus vergleichbar, zu dessen planvoller Ausführung ihm ein Antheil übertragen ist.

Hierdurch wird der Physiologie dann die nothwendige Grundlage zum richtigen Verständnifs der vegetativen wie auch der animalen Functionen des Organismus gegeben sein, die man jetzt zum Theil ebenso einseitig wie mangelhaft als Wirkung einzelner oder weniger der die Entwickelung der Zelle leitenden physikalisch-chemischen Kräfte zu erklären sich bemüht.

I.

Die Entstehung der Korkzellen innerhalb der Epidermial- und Rindenzellen wird bisher von den wenigen Anatomen, die sich überhaupt bestimmt über diesen Gegenstand aussprechen, einstimmig einer plötzlich auftretenden, die Mutterzelle halbirenden Scheidewand zugeschrieben.

Es hat diese Angabe ihren Grund darin, dafs zu den Untersuchungen **) die in dieser Beziehung wenig günstige Kork- und Borkenbildung der Rinde benutzt wurde, bei welcher der eigentliche Zeitpunkt der Entstehung neuer Zellen der Rinde leicht verfehlt werden kann.

Die von mir in meiner Untersuchung der *Cecropia peltata* L. ***) gegebene Mittheilung über die Entstehungsweise des Korkes wurde von meinen Nachfolgern nicht berücksichtigt. An dieser Pflanze beobachtete ich, dafs in der äufsersten Schicht eines von der Epidermis bedeckten collenchymatischen Gewebes beim Beginn der zweiten Vegetationsperiode sich neben Chlorophyllbläschen kleine, mit wässeriger, farbloser Flüssigkeit erfüllte Zellen bilden. Diese farblosen Zellen entwickeln sich, bei gleichzeitiger Resorption des Chlorophylls, in den peripherischen Zellen dieser Gewebeschicht zu Korkzellen, in den an der centralen Seite befindlichen zu Rindenparenchymzellen. In letzteren bilden sich später auf gleiche Weise Korkzellen.

*) Kützing (*Phycologia germanica* 1845, pag. 25) und noch entschiedener Jessen (bot. Zeit. 1849, Sp. 497), diese gründlichen Beobachter der Algen, sprechen sich dagegen beide für die Neubildung endogener Zellen aus.

**) Mohl Veget. Zelle 1851 pag. 58 und Sanio Vergl. Untersuchungen des Korkes pag. 6.

***) Act. d. Acad. d. Naturf. Vol. XXIV. Pt. I. pag. 86.

Geringere Schwierigkeiten stellen sich der Beobachtung über die Entstehung der Korkzellen dort entgegen, wo dies Gewebe zur Vernarbung des verwundeten, in seiner normalen Thätigkeit plötzlich gehemmten inneren Stammgewebes dient; Verhältnisse, die schon von Mohl in seiner Abhandlung über den Vernarbungsprozefs zum Theil untersucht worden sind *).

Am vollständigsten gelang es mir bei dem jetzt bei uns häufig cultivirten *Philodendron pertusum* Kth., alle Entwickelungsstufen der Korkzellen zu verfolgen.

Durchschneidet man einen Stamm dieser Pflanze in der Mitte der Internodien und steckt das untere Ende dieser Stücke in feuchte Erde, so gehen, sobald die schon in der Rinde angelegten Adventivwurzeln sich zu entwickeln beginnen, gleichzeitig in den Gewebeschichten, welche die beiden Schnittflächen begrenzen, Veränderungen vor, die einander sehr ähnlich, aber doch nicht gleich sind.

Unterhalb der vertrockneten Zellenschicht, welche bald die frische, der Atmosphäre ausgesetzte Schnittfläche bedeckt, sammeln sich die in der verdunstenden Nahrungsflüssigkeit aufgelösten organischen Bestandtheile und werden von den Zellen, welche die verschiedenen Gewebe des erwachsenen Philodendron-Stammes zusammensetzen, theils assimilirt, theils durch die in das verwundete Gewebe eindringende Luft innerhalb der Zellenmembranen coagulirt und mannigfach chemisch verändert.

An dem in der Atmosphäre abgetrockneten Ende ist die Schicht der mit Nahrungsflüssigkeit durchtränkten, aber vertrockneten Zellen bedeutend dicker als an dem unteren, wo sie aus einer oder aus wenigen Zellenlagen besteht, und tiefer noch als das Zellgewebe trocknen die Gefäfsbündel ein, so dafs ein abgestorbener Theil derselben später in das lebende Gewebe hineinragt und von demselben überwachsen scheint.

Innerhalb der an Plasma reichen Zellen, welche die abgetrocknete Schicht zunächst begrenzen, treten Kernkörperchen enthaltende Zellkerne deutlich hervor, vergröfsern sich aber nicht bis zu der Gröfse der Mutterzellen, sondern werden durch zwei neben ihnen in dem Zellsafte entstehende und sich vergröfsernde, je nach der Mischung des Plasma's kernhaltige oder kernlose Zellen **) zur Seite gedrängt oder zwischen beiden während ihrer Vergröfserung eingeschlossen und resorbirt, wenigstens verschwinden sie.

Die beiden neuentstandenen sehr zartwandigen Zellen theilen sich in den Raum der Mutterzelle, indem sie deren Höhlung vollständig ausfüllen und sich so innig an ihre Wandungen anschmiegen und in ihre Poren-, Ring- und Spiralvertiefungen eindringen, dafs sie kaum von den Häuten derselben unterschieden werden können. Ebenso ist die Scheidewand, welche durch das Aneinanderlegen dieser beiden Tochterzellen in der Mutterzelle entstand, so aufserordentlich dünn, dafs sie eine einfache Lamelle zu sein scheint.

Dieselbe Neubildung von Zellen beginnt in dem der Epidermialzellenschicht zunächst angrenzenden Rindengewebe und zwar reicht das neugebildete Gewebe hier

---

*) Bot. Zeitung 1849, Sp. 641.

**) An dem oberen der Luft zugänglichen Ende sind die Zellkerne schwierig in diesen neuen Zellen zu erkennen, wogegen sie in denjenigen, die sich an dem unteren Ende bilden, sehr deutlich hervortreten. In dem Vernarbungsperiderma von *Zamia Skinneri* waren die Zellkerne sehr grofs und scharf ausgebildet, mit eiweifsartigen Stoffen erfüllt.

von der Schnittfläche bis ungefähr zu gleicher Tiefe mit dem abgestorbenen Theile der Gefäfsbündel in das Zellgewebe hinein.

In dem oberen der Atmosphäre ausgesetzten Schnittende lagern sich diese neuentstandenen Zellenpaare stets in einer auf die benachbarten, ausgetrockneten, Luft enthaltenden Zellgewebe senkrechten Richtung und zwar mehr oder minder in der dem Rindenkorke eigenthümlichen Weise mit den nachfolgenden jüngeren ununterbrochene Reihen bildend, die in dem Parenchyme eine mit der Schnittfläche parallele Platte zusammensetzen, welche neben der Epidermis und im Umkreise der Gefäfsbündel sich nach innen wendet. Hierdurch wird die Oberfläche der in das lebende Parenchym hineinragenden, abgestorbenen Gefäfsbündelenden von einer Scheide umgeben, welche aus einer Schicht von senkrecht auf deren lange Axe stehenden Zellenreihen gebildet ist.

Und nicht nur in den parenchymatischen Zellen, auch in den Zellen und Gefäfsen der Gefäfsbündel findet diese Bildung von Korkzellen statt, so dafs auch die Gefäfse von einer Korkzellenschicht durchsetzt werden und das in seinen normalen Functionen nicht gestörte Gewebe des Internodium vermittelst dieser vollständigen, zusammenhängenden Korkschicht von dem vertrockneten Gewebe getrennt und vor dem unmittelbaren Einflufse der Atmosphäre geschützt ist.

Die Korkzellen entstehen nicht immer zu zweien in einer Zelle, sondern in den längeren Zellen auch zu mehreren. In den langgestreckten Bast- und Holzzellen sowie in den Gefäfsen liegen meistens viele reihenweise hintereinander, oft von dem der Schnittfläche näheren Ende beginnend und mehr oder weniger vollständig die langen Zellen ausfüllend; in den Gefäfsen bilden sie auch noch häufiger ein unregelmäfsiges Gewebe.

Die Vergröfserung der neben dem Zellkerne entstandenen, mit klarer Flüssigkeit erfüllten Zellen mufs in der Nähe der Schnittfläche aufserordentlich rasch vor sich gehen, in der Art wie dies von den weiter unten zu beschreibenden Gewebezellen des Oedogonium unmittelbar beobachtet werden kann, woraus es zu erklären ist, dafs Mohl und Sanio dieselben nicht bemerkten, und dafs es auch mir nur einigemal gelang Entwickelungszustände anzutreffen, die dem in Fig. 8 gezeichneten entsprechen.

Ist jedoch schon eine Korkschicht von einiger Dicke vorhanden, so dafs einerseits der Zufluſs der Nahrungsflüssigkeit und die Concentration derselben durch Verdunstung verlangsamt, andererseits die Einwirkung der Atmosphäre auf die dieselben assimilirenden Zellen gehemmt ist: so dehnen sich die neuentstandenen Zellen langsamer aus; ja sie scheinen selbst im halbentfalteten Zustande zu verharren. Man findet wenigstens nicht selten an der Grenze des Korkes und des unveränderten Gewebes in den Zellen des letzteren zartwandige Zellen und Bläschen, welche die chemische Constitution des Korkes haben, in allen Uebergangsformen bis zu dem vollständig entwickelten Periderma, wie es Fig. 2 x von einer porös verdickten Zelle der Markscheide und Fig. 5 von einem Gefäfse zeigen.

Gegen Chlorzink-Jod-Lösung verhalten sich die jüngst entwickelten Peridermzellen wie Cellulose, verlieren aber bald die Eigenschaft durch Jod und corrodirende Reagentien blau gefärbt zu werden, die sie auch in den ersten Entwickelungsperioden nicht besitzen.

Vielleicht kommen in allen Korkzellen während einer gewissen Entwickelungsstufe Zellkerne vor; die Dauer derselben scheint durch die Beschaffenheit der Nahrungsflüssigkeit, welche das Zellgewebe tränkt, und durch die chemische Zusammensetzung des in den Zellen enthaltenen Plasma's, sowie durch den mehr oder weniger unmittelbaren Zutritt der Atmosphäre bedingt.

Die zuerst gebildeten Korkzellen in der Nähe der vertrockneten Zellenschicht bleiben meistens einfach, während die später gebildeten wiederum eine Generation von zwei oder mehreren neuen Zellen enthalten. Auf diese Weise wird eine solche Korkzelle mit einem vollständigen Zellgewebe ausgefüllt, dessen eng aneinander liegende sehr zarte Wandungen keine Interzellularräume zwischen sich lassen und nicht als aus doppelten Membranen entstanden zu erkennen sind.

Einzelne Schichten dieser die Schnittfläche begrenzenden Korkzellen erhalten bald nach ihrer Entfaltung schichtig verdickte, von einzelnen Porenkanälen durchsetzte Wandungen ihrer secundären Zellen.

Trennt man das von Korkzellen angefüllte Gewebe durch Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali in seine einzelnen Zellen und läfst auf sie Ammoniak einwirken, so quellen die aus Cellulose bestehenden Wandungen der Gewebezellen mehr oder minder stark auf oder lösen sich gänzlich. In letzterem Falle wirkt die Ammoniaklösung auch auf die in diesen aufgelösten Zellen neben einander gepreſst beisammenliegenden Korkzellen ein, macht sie aufquellen, wodurch sie eine sphärische Form annehmen und sich von einander trennen (Fig. 14 und 15). Hierdurch kann die Natur der scheinbar einfachen Lamellen, welche die Scheidewände bilden, ohne Zweifel zu lassen erkannt werden.

Diejenigen Korkzellen, welche in den stark verdickten, mit tiefen Porenkanälen versehenen Bastzellen (Fig. 1 und 19) enthalten waren, zeigen besonders deutlich den getreuen Abdruck der Zellhöhle, die sie auskleideten (Fig. 20). Aehnlich die in den stärker verdickten Parenchymzellen und die in den Spiralgefäfsen enthaltenen Korkzellen (Fig. 2, 3 und 4).

Während der vorschreitenden Entwickelung dieser endogenen Korkzellen wird die Substanz der Wandungen der mütterlichen Gewebezellen gänzlich resorbirt. An der Stelle der verschiedenartigen Zellgewebe, welche den Stengel zusammensetzen, entsteht durch diese Resorption endlich eine vollkommen homogene Korkschicht, an der die Form des ursprünglich vorhandenen Gewebes nicht mehr erkannt werden kann, wie dies schon durch Mohl's Untersuchungen der normalen Vernarbung des Stengels beim Abfall der Blätter und Zweigspitzen bekannt ist.

Die Auflösung der Wandungen der mit Korkzellen erfüllten Gewebezellen beginnt mit der äufseren Membran der primären Zelle und endet mit den innersten Schichten der secundären Zelle, so dafs die Poren der stark verdickten porösen Zellen der Markscheide kurz vor ihrem völligen Verschwinden sehr grofs werden.

Von den mit Korkzellen ausgefüllten Spiralgefäfsen sieht man nicht selten nur noch den Spiralfaden übriggeblieben, welcher dann die in Reihen nebeneinanderliegenden Korkzellen umspinnt und sich von denselben abwickeln läfst (Fig. 3). Hierdurch überzeugt man sich noch sicherer von dem Vorhandensein dieser endogenen Zellen in den Spiralgefäfsen, sowie auch davon, dafs es freie isolirte Zellen sind, welche dieselben mehr oder minder vollkommen ausfüllten.

Zuweilen finden sich indessen auch Verhältnisse, welche es erkennen lassen, dafs die Füllung eines Spiralgefäfses mit Zellen von den benachbarten Gewebezellen aus vor sich gegangen ist, indem die in ihnen entstandenen und sie gänzlich ausfüllenden Zellen sich in das Spiralgefäfs hinein ausdehnten (Fig. 4). Es könnte dies auf die Vermuthung führen, dafs auch die in den porösen Gefäfsen und Zellen (Fig. 2 und 5) enthaltenen, unvollständig entwickelten Korkzellen nicht frei in diesen Gewebezellen selbst entstanden seien, sondern dafs sie von benachbarten Zellen hineinwuchsen. Man überzeugt sich jedoch an den durch Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali freigelegten Gefäfsen durch Wälzen um ihre Achse mit Sicherheit davon, dafs diese Ausfüllungen wirklich vollkommen isolirte, freie Zellen sind.

Die Fälle, in denen man ein Hineinwachsen einer Korkzelle aus einer Gewebezelle in das angrenzende Spiralgefäfs bemerkt, sind die selteneren, es hat hier wohl ohne Zweifel schon vor der Entwickelung des Periderma eine Verschmelzung der Holzzellen mit den Gefäfsen stattgefunden, die ich auch z. B. an dem Holz der Cinchonen, wiederholt beobachtet habe.

In dem grofszelligen, vertikal gestreckten Parenchyme des Philodendronstammes kommen, einzeln zerstreut, rundliche Zellen vor, die von einer grofsen Krystalldruse oxalsauren Kalkes fast vollständig angefüllt sind *). Auch in diesen Zellen entstehen, so weit sie in der Korkregion sich befinden, in dem Raume zwischen der Krystalldruse und deren Mutterzelle junge Zellen, die, nachdem sie ihre völlige Gröfse erreicht haben, aus Cellulose bestehen und später verkorken. Es umgeben diese Zellen so vollständig die Krystalldruse, dafs diese von einer kleinzelligen Hülle unregelmäfsig geformter Korkzellen vollkommen eingeschlossen und von den Häuten ihrer Mutterzelle getrennt ist **) (Fig. 2. k).

Aufser diesen Zellenarten, welche alle zur Vernarbung der Schnittwunde durch Korkbildung beitragen, finden sich noch zwei andere Elementarorgane in dem Gewebe des Philodendron, in denen keine Entwickelung von Zellen vor sich geht, die vielmehr innerhalb der korkbildenden Zellenschicht resorbirt werden. Es sind dies erstens die zu Fasern vereinigten, mit Raphiden angefüllten Zellenreihen, die sich in dem Rinden- und Markparenchyme zerstreut finden und welche bei anderen Aroideen Milchsäfte enthalten, und zweitens die nur im Rindengewebe vorkommenden ästigen Bastzellen, beides vielleicht Organe, die vorzugsweise die Function haben, Absonderungsstoffe zu erzeugen, eine Ansicht, die ich von der verdickten secundären Membran schon in meiner Dissertation vermuthungsweise aussprach, sowie ich das Resorbirtwerden der Bastzellen insbesondere in meiner Abhandlung über die Palmen und über die Chinarinden erwähnte ***).

Diese Bastzellen der Rinde des Philodendron haben eine merkwürdig ästige Form, indem von dem oberen und unteren Ende der parallelepipedischen, horizontalgestreckten Zelle jederseits zwei sehr lange dünne Aeste ausgehen, die in den ver-

---

*) In dem Gewebe der Wurzeln derselben Pflanze stehen ähnliche Zellen zu zweien oder vieren beisammen vertikal übereinander.

**) Dies Entstehen junger Zellen in einer von krystallisirtem, oxalsaurem Kalke fast vollständig erfüllten Zelle mag dazu dienen, die schon von Mohl (Bot. Zeit. 1861) geäufserten Zweifel des Abgestorbenseins der mit Kieselhydrat angefüllten Zellen begründen zu helfen.

***) Die Vegetationsorgane der Palmen 1847 pag. 53 und: Die med. Chinarinden Neu-Granada's 1858.

hältnifsmäfsig weiten Zwischenzellräumen frei liegen und durch zugespitzte Enden abgeschlossen sind. Diese langen senkrecht stehenden Arme wachsen erst später aus, nachdem der Körper der Zelle seine vollständige Gröfse erreicht hat, und bald nach dem Auswachsen der Aeste in die Intercellularräume hinein beginnt die Verdickung ihrer gesammten Wandungen.

Mit grofser Sicherheit kann man sich hier davon überzeugen, dafs diese ästigen Bastzellen, so wie die hier mit Raphiden erfüllten Milchsaftgefäfse, aus wirklichen Zellen hervorgehen, und nicht etwa aus Intercellularräumen, die mit Zellstoff ausgekleidet sind, entstehen.

In meiner Abhandlung über die Gerbsäure *) beschrieb ich Milchsaftgefäfse der Colocasia, Dieffenbachia und anderer Aroideen, die mit einer flüssigen gerbsauren Verbindung angefüllt sind; diese Milchsaftgefäfse kommen mit den ästigen Bastzellen darin überein, dafs sie gleichfalls Aeste in die Intercellularräume hineinsenden, deren Membranen häufig übersehen wurden, da sie sehr dünnwandig sind, und so zu der Ansicht verleiteten, der Milchsaft befinde sich in Zwischenzellräumen. Ich glaube an jenem Orte bewiesen zu haben, dafs die Milchsaftgefäfse wirklich eigene Wandungen besitzen; sie sind daher auch hinsichts ihrer Entwicklungsweise den eben besprochenen Bastzellen analoge Organe.

Dieser Peridermbildung ganz ähnlich sind die Vorgänge, die bei der sogenannten Callusbildung an dem unteren in feuchte Erde gesetzten Theile eintreten, und zwar bei dem Philodendron-Stecklinge vorzugsweise dann, wenn derselbe eine Stammspitze war und sich nach der Trennung von den unteren Theilen des Stammes weiter zu entwickeln fortfuhr.

Auch unter diesen Verhältnissen bildet sich zuerst eine Korkschicht an der kaum abtrocknenden Schnittfläche, um das lebende Gewebe vor dem Zutritte der Atmosphäre zu schützen; jedoch erreicht hier die Korkbildung nicht die Ausdehnung wie bei der Vernarbung, sie dringt nicht so tief in das Innere des Pflanzentheiles neben der Epidermis und den Gefäfsbündeln hinab, und nachdem sich eine Peridermschicht von einiger Dicke gebildet hat, formen sich die mehr im Innern entstehenden Zellen nicht mehr in Korkzellen um, sondern verwandeln sich gleich den Cambiumzellen der Achsenspitzen in die verschiedenartigsten Gewebezellen.

Häufig finden sich hier in einer Mutterzelle zwei Zellkerne, jeder mit zwei Kernkörperchen oder zwei gröfseren Bläschen, von dem jedes zwei Zellkerne enthält, während ein gleichzeitig vorhandener, zum Zellsysteme der Mutterzelle gehörender Zellkern nicht zu erkennen ist.

Crüger **), der die Veränderungen im Zellgewebe bei der Callusbildung zuerst ausführlich beschrieb, glaubt, dafs in den durchschnittenen Gefäfsen keine Neubildung eintrete; dies ist jedoch ein Irrthum, ohne Zweifel veranlafst durch die grofse Zartheit der Wandungen der endogenen Zellen, deren Erscheinung ganz die gleiche ist, wie sie oben beschrieben und Fig. 3—5 abgebildet wurde, nur dafs sie heller gefärbt und durchscheinender sind, da sie nicht mit der Atmosphäre in Berührung kamen und daher nicht verkorkt sind.

*) Monatsbericht der Berl. Acad. der Wissenschaften 1857.

**) Bot. Zeit. 1860 pag. 369.

Sowohl bei Mono- wie bei Dicotylen, z. B. aufser an dem Philodendron an Zingiber, Dracaena, Zamia, Cycas, Ficus, Gesneria u. a. m., habe ich die dem Callus angrenzenden Gefäfse mit neuen Zellen ausgefüllt gefunden. Ueberhaupt haben die entwickelten Gefäfse viel gröfsere Neigung, neue Zellen in sich zu erzeugen, als die schon verholzten Zellen, und es ist nicht einmal eine Verwundung der Gefäfse selbst dazu nothwendig. An einem Zweige der *Salix babylonica* hatte ich einen Rindenring bis auf das Holz entfernt, worauf im nächsten Jahre alle Gefäfse der peripherischen Holzlage vollständig mit Zellen angefüllt waren; die Holzzellen zeigten sich dagegen unverändert. Diese in den Gefäfsen neu entstandenen Zellen können unter Umständen zu neuen Gefäfszellen werden, nachdem die verdickte Haut des mütterlichen Gefäfses resorbirt wurde, und zur Verlängerung des ursprünglichen Gefäfses beitragen, ein Fall den ich schon in meiner Untersuchung der Vegetationsorgane der Palmen pag. 120 und 163 von dem *Lycopodium Springii* beschrieb und daselbst Taf. IX Fig. 15 abbildete, indem das Gefäfsbündel allein sich zu einer Wurzelfaser ausgebildet hatte.

Auch diese bei der Callusbildung in den Gefäfsen auftretenden Zellen lassen es nach Maceration in Kalilauge erkennen, dafs sie nicht durch Abschnürung, sondern als freie Bläschen im flüssigen Inhalte der Zellen und Gefäfse entstehen, wenngleich die Beobachtung des Momentes der Entstehung der Scheidewände hier ganz dieselben Schwierigkeiten darbietet wie bei dem Korkgewebe.

II.

Das eigenthümliche Verhalten der Mutterzelle der zur Gattung Oedogonium gehörenden Arten während der Bildung der Tochterzellen ist am ausführlichsten durch Bary erörtert *). Durch seine Untersuchungen wissen wir, dafs in dem oberen Theile einer in der Verlängerung befindlichen Gliedzelle die primäre Zellwand derselben eine einwärtswachsende Ringfalte bildet, und dafs diese Ringfalte, nachdem die sie bedeckende Hüllhaut ringsum über ihrer Mutterzelle durchriss, plötzlich sich ausdehnt, wodurch die Gliedzellen dann bedeutend verlängert werden.

Die innere Structur der Oedogonien-Zellen und die Vermehrung ihrer Gliedzellen ist bisher nicht erkannt worden. Letztere wird, wie üblich, als Folge von Scheidewandbildung durch Abschnürung bezeichnet, und zwar soll sich nach Bary in der plötzlich ausgedehnten Zelle die Scheidewand innerhalb einer farblosen Schicht, die den grünen Inhalt in zwei Theile sondert, erst dann bilden, wenn diese Schicht aus dem unteren scheidenförmigen Theile der ringsum eingerissenen Hüllhaut in Folge der allmäligen Ausdehnung der unteren Inhaltsmasse hervorgetreten ist. Bary betrachtet die untere der beiden neuen, gleichzeitig entstandenen Zellen als Mutterzelle der oberen.

Der wahre Vorgang dieser Zellenvermehrung entspricht nicht dieser Darstellung.

Es entsteht die Querzellwand nicht erst aufserhalb der Hüllhaut-Scheide, in-

*) Schriften der Senkenberg'schen Gesellschaft Bd. I. 1854—55.

dem nach der jetzt herrschenden Ansicht eine falten- oder plattenförmige horizontale Scheidewand von der peripherischen Wandung der um das nöthige Maafs verlängerten Mutterzelle bis zur Mittellinie der Zelle auswächst: vielmehr ist dieselbe schon vor der Zerreifsung der Hüllhaut und vor der plötzlichen Verlängerung der Mutterzelle vollkommen ausgebildet vorhanden.

Nur die Verdickung, nicht die Bildung der Querscheidewand erfolgt, nachdem die von Bary beschriebenen Veränderungen der Mutterzelle vor sich gingen, wenn dieselbe aus der Hüllhautscheide hervortritt, welche bis dahin den Theil der Gliedzelle einschlofs, in welchem durch die Entwickelung von Tochterzellen in ganz gleicher Weise, wie es von der Bildung der Korkzellen des *Philodendrum pertusum* beschrieben wurde, die Querscheidewand entstand.

Das Vorhandensein der Querscheidewand in den noch nicht verlängerten Gliedzellen, und zwar in denjenigen, in deren oberem Ende sich schon die Falte der Mutterzelle ausbildete, ist bei den Arten der Gattung Oedogonium überall leicht zu erkennen, auch schon von Hartig*) und Anderen wirklich gesehen worden; nicht so die Entstehungsweise dieser Scheidewand. Die grofse Menge von Chlorophyll- und Amylum-Bläschen, die in kräftig vegetirenden Individuen dieser Pflanzen die innere Oberfläche der Zellwände bedecken, macht es unmöglich, die im Innern dieser Gliedzellen vor sich gehende Entwickelung neuer Zellen mit Sicherheit zu beobachten.

Ich benutzte zu meinen Untersuchungen Pflanzen, die sich in reinem Wasser aus Sporen des *Oedogonium grande* entwickelt hatten, bei denen viele Gliedzellen arm an Chlorophyll waren, so dafs an ihnen die Veränderungen des übrigen zelligen Inhalts deutlicher beobachtet werden konnten.

An solchen Pflanzen gelingt es, die eigentliche Bildungsweise der Scheidewand zu erkennen, die dadurch erfolgt, dafs von den vielen, das Innere der Gliedzelle ausfüllenden, kernlosen, wasserhellen Zellen zwei sich stärker vergröfsern (Fig. 21, 26 und 28), die übrigen alle seitwärts an die mit Chlorophyll, Amylum etc. belegte Wandung der Mutterzelle drängen, endlich sich gegenseitig berühren und zu einer anfangs oft geneigt stehenden Scheidewand (Fig. 21—23) an einander legen, so dafs sie eine Fläche bilden und den Raum der Mutterzelle gänzlich anfüllen (Fig. 27 und 29). Dieser Vorgang dauert einige oder wenige Minuten, und um ihn zu beobachten, mufs man eine solche inhaltsarme Zelle in's Auge fassen, an der die Wandfalte die vollkommene Ausbildung erreicht hat, in welcher eine Scheidewand jedoch noch nicht vorhanden ist.

Nachdem sich die Scheidewand zu einer vollkommenen, die Zellhöhlung theilenden Scheibe ausgebildet, dauert ohne Zweifel ein Wachsen, oder wenigstens eine Spannung der Zellenwände fort, wodurch eine etwa schief stehende Scheidewand eine horizontale Stellung erhält und zugleich ein Druck auf die Wandungen der Mutterzelle ausgeübt wird, der die Falte, über welcher inzwischen die Hüllhaut eingerissen ist, aus einander treibt und die Mutterzelle der beiden eben entfalteten Zellen um ein Drittel ihrer Länge vergröfsert (Fig. 22. 23).

Beide endogenen Zellen dehnen sich gleichzeitig mit dieser plötzlichen Ent-

*) Bot. Zeit. 1855 Sp. 414.

faltung der Mutterzelle bedeutend aus. Wenn nicht beide gleichmäfsig sich vergröfsern, ist es in der Regel die obere, gewöhnlich kleinere von beiden Zellen, welche sich anfangs verhältnifsmäfsig stärker ausdehnt, und zwar nach unten, nach der neuen Scheidewand zu, während die an die Wandung der Mutterzelle gedrängten Chlorophyll- und Amylum-Bläschen ihren Ort anfangs nicht so bedeutend ändern. Dies ist die Ursache, dafs im ersten Moment nach der Ausdehnung der Mutterzelle die neue Scheidewand sich gewöhnlich jederseits frei von Secretionsbläschen zeigt, nur von durchsichtiger wässeriger Flüssigkeit begrenzt ist (Bary's farblose Schicht), ebenso das untere Ende der unteren Tochterzelle.

Diese erste, so plötzlich ausgeführte Vergröfserung der endogenen Zellen nach dem Zerreifsen der Hüllhaut ist wohl, ebenso wie die Ausdehnung der Mutterzelle, nur ein physikalischer Vorgang, nicht ein Wachsthum, sondern nur eine Streckung der schon durch Assimilation vergröfserten Zellwand.

Allmälig verbreiten sich darauf die Secretionsbläschen wieder gleichmäfsig über die ganze Oberfläche; nur ganz in der oberen Spitze, im Scheitel der Mutterzelle, bleibt beständig eine dichte Anhäufung dieser Absonderungsstoffe, auch in den sonst fast von denselben entleerten Zellen, während das untere Ende der beiden jungen Tochterzellen meistens am längsten von denselben frei bleibt und farblos erscheint.

Uebrigens unterliegt diese Vertheilung der Absonderungsstoffe nicht so gesetzmäfsig der eben mitgetheilten Regel, dafs nicht Ausnahmen vorkämen.

Diese Verhältnisse sind defshalb, wie es mir scheint, beachtenswerth, weil man daraus Schlüsse auf den Bildungsort der Absonderungsstoffe, auf die Wachsthumsrichtung der Zellen und demnach auf die Richtung der in der Zellenreihe sich verbreitenden Nahrungsstoffe machen kann.

Es scheint, als kommen diejenigen Stoffe, welche das Wachsthum der jungen Zellwand befördern, aus den unteren Theilen der Pflanze zu den oberen, während das Chlorophyll aus Verbindungen entsteht, welche aus den oberen Theilen der Pflanze sich in die unteren verbreiten.

Während der ersten Periode, welche auf die Entfaltung der Ringfalte und die Streckung der Zellen folgt, bleibt in der Regel die obere junge Gliedzelle mehr oder minder unverändert; die untere dagegen vergröfsert sich fortdauernd, wodurch die neue noch zarte Querscheidewand nach oben gerückt wird, bis sie endlich aus der Oeffnung der durchrissenen Hüllhaut hervorragt, und dann ihre Verdickung beginnt (Fig. 23 und 24).

Bary giebt an, dafs er die Entstehung der Scheidewand durch allmähliches Einschnüren und Aussondern des Primordialschlauches bei verschiedenen Arten von Oedogonien nach dem Hervortreten der hellen Schicht aus der Hüllhautscheide sicher gesehen. In der genannten Abhandlung pag. 42 heifst es: „Jedenfalls bildet sich die Scheidewand nicht simultan in ihrer ganzen Fläche; bei Anwendung von Chlorzinkjodlösung geht der contrahirte Primordialschlauch zuweilen deutlich mitten durch ein noch nicht vollkommen geschlossenes Dissepiment hindurch."

Dafs diese Erscheinung, die ich von einer Spirogyra Fig. 67 zeichnete und auf die ich weiter unten bei der Cladophora zurückkommen werde, für die Entstehung der Scheidewand durch Abschnürung kein vollgültiger Beweis sei, werde ich dort erörtern.

Von einer Faltenbildung der Haut der Mutterzelle, nachdem die beiden Tochterzellen (Fig. 21. 26. 28) sich zu einer vollständigen Scheidewand (Fig. 22. 27. 29) an einander abgeplattet hatten und einem etwanigen Hineinwachsen dieser Falte zwischen die wieder aus einander gedrängten Lamellen der Scheidewand habe ich nichts erkannt, mir vielmehr das schärfere Hervortreten der längst schon vorhandenen Scheidewand nur durch allmäliche Verdickung derselben vom Umfange aus erklären können. Dafs diese Verdickung der Scheidewand stets erst nach ihrem Hervortreten aus der Hüllhautscheide erfolgt, ist wohl wahrscheinlich durch die veränderte Natur und Wirkung der von Aufsen jetzt nur durch die Wandungen eines assimilirenden und secernirenden Zellensystems hindurch zufliefsenden Nahrungsstoffe zu erklären.

Inzwischen fängt auch die obere der beiden Zwillingszellen stärker zu wachsen an, wodurch sie endlich der unteren an Länge gleichkommt. Doch bleibt sie auch nicht selten etwas kürzer, was die Veranlassung des Unregelmäfsigen im Bau der Oedogonien ist.

Nägeli*) stellt der Idee einer Bildung freier Zellen in dem flüssigen, mit anderen festen Stoffen beladenen Zelleninhalte den Einwurf gegenüber, dafs in dem wandständigen festen Inhalte der Mutterzelle Veränderungen wahrgenommen werden müfsten, wenn derselbe in der Mutterzelle aufgelöst und in der Tochterzelle neu organisirt würde.

Ebenso begründet wie diese Voraussetzung Nägeli's in Bezug auf die Metamorphose der Absonderungsstoffe ist, ebenso unbegründet ist die Meinung, dafs eine solche nicht stattfinde. Schon in meiner Schrift *De cella vitali* 1843 pag. 71 u. a. a. O. vertheidigte ich das Vorkommen des später von Nägeli bezweifelten Verhältnisses, indem ich, auf meine Beobachtungen gestützt, dort angab, dafs die in der Mutterzelle enthaltenen Secretionsstoffe für die folgende Generation Nahrungsstoff seien. Von der vollkommenen Richtigkeit dieses für die Erkenntnifs des Zellenlebens höchst wichtigen Satzes kann man sich auf das Leichteste durch Beobachtung der Oedogonien überzeugen, die wegen ihrer bedeutenden Lebenszähigkeit, in welcher sie fast der *Conferva glomerata* gleichkommen, ganz besonders geeignet sind, in ihren Wachsthumsvorgängen anhaltend unter dem Mikroskope beobachtet zu werden. —

Die ganze Inhaltsmasse der auf die beschriebene Weise kürzlich in zwei Zellenräume getheilten Gliedzelle befindet sich nun zwischen der äufseren Oberfläche der beiden Tochterzellen und der inneren Oberfläche der Wandung der Mutterzelle. Die neben den beiden sich vergröfsernden freien Tochterzellen vorhandenen gröfseren, zartwandigen, kernlosen, mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllten Zellen (Bläschen) sind zu dieser Zeit nicht mehr vorhanden, sie gehen schon während der ersten Entwickelung der jungen Tochterzellen zu Grunde, diesen wahrscheinlich als erster Nahrungsstoff dienend. Alles Chlorophyll dagegen und das meistens sehr grofskörnige Amylum, welches je nach der Oedogonien-Species und nach den äufseren Lebensverhältnissen in variabler Menge vorhanden ist, wird ziemlich rasch während des Wachsthums und der Verdickung der Häute der jungen Gliedzellen verflüssigt, um für diesen Assimilationsprozefs der Zellenwandungen, sowie für die

*) Zeitschrift 1846. III. pag. 49.

in den beiden neuen Zellen entstehenden jüngeren Generationen und die in ihnen sich bildenden Secretionsbläschen den Nahrungsstoff zu liefern *).

Zuerst unterliegen die Chlorophyll-, dann die grofsen Stärkemehlbläschen diesem Resorptionsprozesse, während sich im Innern der neu entstandenen Gliedzellen alle diese Formen wiedererzeugen und zwar in der entgegengesetzten Reihenfolge. Zuerst treten in ihnen kleine Amylumbläschen auf, dann werden Chlorophyllbläschen sichtbar und zuletzt die grofsen hellen Bläschen, welche in der normal entwickelten gut ernährten Zelle äufserlich meistens nicht wahrnehmbar sind, und welche durch Ausdehnung von kleinen gelblich gefärbten, den jüngsten Entwickelungszuständen des Chlorophylles sehr ähnlichen Bläschen entstehen, während man auch mit Sicherheit sich überzeugen kann, dafs innerhalb des entwickelten Chlorophyllbläschens in vielen Fällen ein Amylumbläschen als Kern auftritt.

Bary's Meinung **), nach welcher sich das Chlorophyll in der äufseren Schicht, das Amylum mehr im Innern der Gliedzelle befindet, wird demnach nicht bestätigt. Schon in meiner Untersuchung der Vaucheria ***) gab ich für diese Pflanze an, dafs sich das Stärkemehl meistens aufserhalb der Zelle befinde, welche das Chlorophyll enthält. Ebenso ist es auch beim Oedogonium in denjenigen Zellen, in welchen neue Gliedzellen entstanden sind. Die grofsen stark verdickten Amylumbläschen befinden sich, wenn nicht neben ihnen Chlorophyll vorkommt, aufserhalb der Zellen, welche dasselbe neben kleinen zartwandigen Amylumbläschen enthalten. Der Grund dieser Verhältnisse liegt in der successiven Entwickelung neuer endogener Zellen einer Oedogonien-Gliedzelle.

Wie die Entwickelungsphasen der benachbarten Oedogonien-Gliedzellen sehr von einander abweichen, so verhalten sich diese auch hinsichts der Vertheilung der in ihnen enthaltenen Absonderungsstoffe oft sehr verschieden.

Die Functionen der Kernzelle sind, wie für die Zellbildung im Allgemeinen, so auch hier beim Oedogonium in Bezug auf die Vermehrung der Zellen nicht der wahren Natur derselben entsprechend aufgefafst worden. Ein Zellkern fehlt den Oedogonienzellen zur Zeit der Neubildung von Zellen eben so häufig, ja vielleicht noch häufiger, als er in ihnen vorhanden ist; ohne Zweifel ist seine Existenz oder vielmehr seine Form von den Ernährungsverhältnissen, von der chemischen Zusammensetzung des Plasma, abhängig. Auch dort, wo der Zellkern vorhanden ist, kann es nicht verkannt werden, dafs die Entstehung neuer Zellen, und noch mehr die Entstehung der Scheidewand, völlig unabhängig von demselben ist.

In den Zellen, wo ein Kern in der bekannten Form noch zur Zeit des Auftretens neuer Zellen vorhanden ist, liegt derselbe oft an der Wandung der Mutterzelle (Fig. 28), oft in ihrer Mittellinie, bald in ihrem mittleren Theile, bald einem Ende näher, und wird von den sich ausdehnenden, durchaus nicht in seiner Nähe entstandenen Tochterzellen mit dem übrigen Zellinhalte bei Seite geschoben, und an die innere Wandung der Mutterzelle gepreſst, worauf sogleich seine Resorption beginnt, der häufig ein Aufquellen vorherzugehen scheint. Meistens ist diese sehr früh beendet,

*) Etwa in 24 Stunden ist die Verflüssigung der grofsen Amylumbläschen beendet.

**) Schriften der Senkenb. Gesellsch. I.

***) Bot. Zeit. 1852.

während in jeder der neuen, an festen Körpern noch leeren Gliedzellen dann erst ein Kern auftritt, welcher dem Entstehen der übrigen Formen von Secretionsbläschen vorhergeht (Fig. 29).

In den ruhenden Vegetationszellen, d.h. in denjenigen, die scheinbar lange Zeit unverändert bleiben, und in denen keine Neubildung von Zellen zwecks der Vermehrung stattfindet (weder von Vegetations- noch Reproductions-Zellen), findet dennoch eine fortwährende, wenngleich sehr verlangsamte Regeneration der Zelle selbst statt.

Während die äufseren, primären Zellmembranen aufgelöst und durch die sich verdickenden Häute der secundären Zellen ersetzt werden, vergröfsern sich die in ihrem embryonalen Zustande lange verharrenden Kernzellen und übernehmen die Functionen der secundären Zelle. Die in dieser (also aufserhalb der Kernzelle) befindlichen Secretionsstoffe lösen sich während dieser Entwickelung des Kernes auf und innerhalb der bis zur Gröfse der Mutterzelle angewachsenen Kernzelle bilden sich andere ähnliche wieder.

In Folge dieser Entwickelung der Kernzelle findet man nicht nur aufserhalb der beiden Tochterzellen, sondern auch aufserhalb der scheinbar secundären Zelle einer Oedogonien-Gliedzelle in gewissen Entwickelungsstadien Secretionsbläschen, gewöhnlich Stärkemehl, da das Chlorophyll zuerst verflüssigt wird (Fig. 63 nach Einwirkung schwacher Glycerinlösung gezeichnet).

In manchen Zellen weist schwache wässrige Jodlösung eine Amylumlösung zwischen den inneren Zellhäuten nach. Schon Mohl erwähnt dieses Umstandes, indem er neben anderen verwandten Bildungen eine schleimige, durch Jod blau werdende Ablagerung um den Primordialschlauch beschreibt*).

Vor der Berührung mit Jod hat diese Schicht ganz das Ansehen einer trüben Gummi- oder Schleimlösung, nach der Verbindung mit demselben bildet sie eine klare, durchsichtige Flüssigkeit, verhält sich also wie fein vertheiltes Amylum.

Die beiden neu entstandenen Gliedzellen lassen sich, nachdem sie durch ihr Aneinanderlegen die Scheidewand gebildet, durch Einwirkung endosmotischer Mittel nicht wieder von einander trennen, eben so wenig wie sie dadurch von der sie umhüllenden secundären Zelle ihrer Mutterzelle sich loslösen.

Läfst man Salz- oder Säurelösungen, Glycerin etc. auf sie in diesem Zustande einwirken, so löst sich die Haut der secundären Zellen, die neuen Zellen und den übrigen Inhalt einschliefsend, von der primären Zelle dieses in der Theilung begriffenen Gliedes und ballt sich mit dem ganzen Inhalte im Innern der Zellhöhle zusammen; in diesem Zustande zeigt sie keine Reaction auf Cellulose.

Erst nach der mehr vorgeschrittenen Resorption der Secretionsstoffe, welche sich aufserhalb der jungen Gliedzellen befinden, nachdem die Verdickung ihrer Wandungen und der ihrer Mutterzelle begonnen hat, was mit dem deutlicheren Hervortreten der Scheidewand zusammenfällt, tritt die blaue Färbung der äufseren Membranen der neuen Gliedzellen und ihrer jetzt gleichfalls verdickten und ihnen eng anliegenden Mutterzelle nach Berührung mit Chlorzinkjodlösung ein, gleichzeitig mit der Abtrennung einer secundären Zelle, die bis dahin nicht isolirt werden konnte.

Die Schwierigkeit oder vielleicht, für jetzt richtiger, Unmöglichkeit, die an

*) Bot. Zeit. 1855 Sp. 732.

einander liegenden Häute der beiden endogenen Zellen von ihrer Mutterzelle (der secundären Membran der Gliedzelle) oder, vor der Verdickung ihrer Wandungen, von den in ihnen vorhandenen secundären Zellen durch Endosmose zu trennen, hat wohl zum Theil in der Natur des Zwischenzellstoffes, zum Theil in der sehr ähnlichen chemischen und physikalischen (diosmotischen) Beschaffenheit derselben ihren Grund.

Es ist übrigens die Aehnlichkeit oder Gleichheit dieser Membranen so grofs, dafs es höchst schwierig ist, zu unterscheiden, ob noch die jungen Zellen aus einer einfachen oder schon aus einer doppelten Zellwandung bestehen, ob die sie umschliefsende secundäre Membran der mütterlichen Zelle noch vorhanden oder etwa schon verflüssigt ist. Ebenso hat es seine Schwierigkeit, die neben den Chlorophyll- und Amylumbläschen im Innern der Zelle befindlichen gröfseren, mit farbloser Flüssigkeit erfüllten Bläschen mit Sicherheit zu erkennen.

Bei manchen Arten der Gattung Spirogyra, und noch viel leichter bei der *Cladophora glomerata*, kann man sich durch Zerschneiden der Gliedzellen unter Wasser, sowie auch durch die Einwirkung verschiedener Reagentien davon überzeugen, dafs dieselben mit einem zartwandigen Zellgewebe angefüllt sind; zuweilen gelingt es auch, die neuen Gliedzellen, die schon einen zelligen Inhalt haben, bevor deren Membranen verdickt sind vollständig aus der mütterlichen Zelle hervortreten zu sehen.

Beim Oedogonium, dessen Gliedzellen erst nach beendeter Volumenvermehrung, gleichzeitig mit der beginnenden Verdickung ihrer Wandungen zelligen Inhalt erhalten, treten diese dann nicht mehr aus ihrer Mutterzelle hervor, und in ihren jüngeren Zuständen, in denen ich sie, da sie nur flüssigen Inhalt erkennen lassen, bisher nicht von den grofsen, ihnen benachbarten Secretionszellen zu unterscheiden vermag, sind sie eben so zartwandig wie letztere und werden bei der Berührung mit Wasser sogleich aufgelöst. Nur wenn man die Pflanzen statt unter Wasser in einer verdünnten Lösung von Gummi arabicum durchschneidet, gelingt es, einige der sehr zartwandigen, leicht zu übersehenden, endogenen, kernlosen, aus ihrer Mutterzelle hervorgetretenen Zellen einige Zeit zu beobachten; aber zu unterscheiden, ob diese hervorgetretenen Zellen nur vergängliche Secretionszellen oder frühe Entwickelungsstufen von neuen Gliedzellen seien, ist aus angeführten Gründen unmöglich.

Dafs die verdickten Membranen der Oedogonien und besonders die ausdehnsame Ringfalte, sich gegen Reagentien wie Cellulose verhalten, ist von früheren Beobachtern, besonders von Bary, ausführlich nachgewiesen. Diese Angaben kann ich noch dahin erweitern, dafs jene Ringfalte auch schon vor ihrer Ausdehnung allein nur aus Cellulose besteht. Bei dem gewöhnlichen Entwicklungsgange der Oedogonien ist diese Untersuchung schwierig anzustellen, wegen des augenblicklichen Zerreifsens der Hüllhaut und des plötzlichen Ausdehnens der völlig entwickelten Falte, bei der Berührung mit den zu diesen Versuchen nöthigen Reagentien.

An Exemplaren, die ich den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, um sie zu rascherer Entwickelung anzuregen, die aber eine für ihre normale vegetative Thätigkeit zu hohe Temperatur, nämlich 35° Réaum. zu ertragen gehabt, hatte sich innerhalb der noch geschlossenen und mit der Ringfalte versehenen, primären Zelle

auch die Membran der secundären Zelle bedeutend verdickt, wie es Fig. 25 dargestellt ist.

An diesen Zellen konnte man mit Sicherheit beobachten, dafs die ringförmige Einschnürung gänzlich aus Cellulose besteht, d. h. die Cellulosereaction gegen Chlorzink-Jod-Lösung zeigt, da sie sich, auch bei der Berührung mit diesem Reagens, nicht ausdehnte.

Der Inhalt dieser so ungewöhnlich stark verdickten Zellen bestand aus verhältnifsmäfsig grofsen, wasserhellen, kernlosen Zellen, zwischen denen schwach grün gefärbtes Amylum, Chlorophyll und röthlich gefärbte Oeltropfen (?) einzeln zerstreut lagen; eine gröfsere Anhäufung von Chlorophyll befand sich in dem obersten Ende der Zelle.

Diese Oedogonien wurden bald gänzlich farblos, die grofsen wasserhellen Bläschen verschwanden, nur das fette Oel und vorzüglich das entfärbte Amylum hielten sich lange ohne aufgelöst zu werden unverändert in den abgestorbenen Häuten, deren Ringfalte gleichfalls verflüssigt wurde, während die übrigen Theile derselben Zellwandung noch unverändert waren.

Solche mit stark verdickten secundären Zellen versehene Individuen beobachtete ich auch hin und wieder zwischen anderen normal entwickelten. Auch an diesen hatte sich die Ringfalte nicht ausgedehnt, obgleich die aus einer doppelten Membran bestehende Hüllhaut *) über ihr ringsum eingerissen war; sie war vielmehr nach einigen Tagen im Wasser aufgelöst! nur durch den jetzt entleerten Raum ihr früheres Vorhandensein noch zu erkennen.

In diesen Zellen hatten sich zwei junge Gliedzellen gebildet, deren eine gröfsere den unteren Theil derselben bis zur Ringfalte, die zweite den kleinen Raum der Mutterzelle oberhalb der Ringfalte einnahm. Beide waren mit Secretionsbläschen angefüllt und zuweilen gelang es hier, durch Anwendung verdünnter endosmotischer Mittel, beide nicht nur von der Wandung der mütterlichen Zelle, sondern auch von einander zu trennen. Sie enthielten alles vorhandene Chlorophyll etc. und auch die beiden endogenen Membranen der Mutterzelle wurden durch diese Operation etwas von einander gesondert.

In anderen Gliedzellen desselben Individuum waren gleichfalls zwei junge Zellen von der Gröfse und Lage der eben beschriebenen enthalten, sie konnten jedoch durch die gleiche Methode nicht mehr von einander getrennt werden; ebensowenig liefsen sich die beiden endogenen Membranen der mütterlichen Gliedzelle dadurch von einander trennen, ja überhaupt nicht mehr mit Sicherheit an derselben das Vorhandensein von zwei ineinandergeschachtelten Zellen erkennen: wohl aber konnte von den verdickten Häuten der neuen Gliedzellen eine zarte Tochterzelle durch endosmotische Flüssigkeiten entfernt werden, die dann als die eigentliche nächste Hülle der endogenen Absonderungsstoffe erkannt wurde. Es waren diese Gliedzellen also etwas weiter vorgeschrittene Entwickelungszustände, wie dies auch die beginnende Verdickung ihrer primären Membranen erwies.

Da an den eben beschriebenen Zellen nicht innerhalb der primären, jetzt etwas verdickten Zellen, sondern, wie gewöhnlich, nur innerhalb der secundären Zellen

*) Wahrscheinlich die eigentliche *cuticula* und der Rest der Membran einer Urmutterzelle.

Absonderungsstoffe vorgefunden werden, so könnte es zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt die äufsere in der Verdickung begriffene Membran eine selbstständige Zelle repräsentire oder ob sie vielleicht nur die in Cellulose veränderte äufsere Verdickungsschicht der ursprünglichen Zellhaut sei, deren Rest die innere zarte, vielleicht noch Stickstoff enthaltende Membran darstelle.

Gegen diese an sich durchaus nicht unwahrscheinliche Ansicht, die sich der Lehre Mohl's von der Primordialschlauch-Natur der inneren, secundären Zelle nähern würde, sprechen verschiedene, beweisende Verhältnisse. Erstens ist es nach den oben mitgetheilten und Fig. 63 nach der Behandlung mit Glycerin gezeichneten Entwickelungsverhältnissen (vergl. pag. 16) annehmbar, dafs auch hier ursprünglich die primäre Zelle vor dem Beginn der Verdickung ihrer Wandungen Absonderungsstoffe, wenn auch vielleicht nur flüssige, enthielt, die sich jetzt, zur Zeit der Beobachtung, innerhalb der secundären Zelle befinden. Einen gültigeren Beweis als dieser, allerdings nur der Analogie entnommene, noch zu beobachtende, liefert ein anderer, von mir beobachteter Entwickelungszustand, in welchem die primäre Zellwand nicht zu der normalen, bekannten Ringfalte einwärts gewachsen war, sondern, wie es Fig. 49 gezeichnet wurde, zwischen den primären und secundären Zellwandungen sich zu einer abwärts wachsenden Falte entwickelt hatte.

Es fand sich dies interessante Verhältnifs in mehreren Gliedzellen von Fäden, an denen andere Zellen auch die normale Ringfalte hatten, und zwar erkannte ich es erst mit Deutlichkeit, nachdem Chlorzinkjod-Lösung auf die Pflanze eingewirkt hatte, worauf die, wie gezeichnet, tief abwärts in die Zelle hineinragende Falte dunkel blau gefärbt war und sich sehr langsam ausdehnte und gerade streckte, bis sie endlich völlig aus der Hüllhautscheide hervorgetreten war und dann von einer in gewöhnlicher Weise plötzlich verlängerten Zelle nicht unterschieden werden konnte. Die secundäre Zelle war um ihren Inhalt contrahirt, wie Fig. 49 darstellt; bald dehnte sich jedoch auch der chlorophyll- und amylumreiche Inhalt aus und füllte den ganzen unteren Raum der Zelle bis an den Rand der Hüllhautscheide.

Diese Erscheinung beobachtete ich einmal an mehreren Individuen des Oed. grande ganz gleichartig und, da die Entfaltung sehr langsam erfolgte, mit aller Sicherheit; habe aber seitdem vergebens darnach gesucht, kann defshalb zu meinem Bedauern Näheres über die Verhältnisse, unter denen sich diese interessante Faltenbildung ereignet, nicht angeben.

Jedenfalls ist sie ein neuer Beweis gegen die oben angedeutete Ansicht, dafs die Zellstoffmembran die äufsere Verdickungsschicht oder, wie Mohl's Schule sich es vorstellt, Aussonderungsschicht der secundären Zelle sei, und kann nur durch die Entwickelungsfähigkeit der selbstständig assimilirenden Zellwand erklärt werden.

Auch die Erklärung der normalen Ringfalte als Absonderungsprodukt eines Primordialschlauches ist an sich durchaus hypothetisch. Nichts deutet darauf hin, dafs die secundäre Zelle in ihrem dem Ringe anliegenden Theile kräftiger oder anders vegetire, wie in ihren übrigen Theilen.

Aufser der bekannten und vielfach beschriebenen Entwickelung von Gonidien und Sporen beobachtete ich noch eine Form von Organen, deren Function mir freilich bisher unbekannt geblieben ist, die aber wegen ihrer abweichenden und fremdartigen Entwickelungserscheinungen gewifs eine allgemeinere Aufmerksamkeit verdie-

nen, weshalb ich das Wenige, wenn auch genau doch unvollständig an ihnen bisher Beobchtete hier vorzuführen nicht für übereilt erachte.

Schon Bary hat, wie es scheint, etwas Aehnliches gesehen, indem er (in der angeführten Schrift) gewisse Zersetzungskugeln beschreibt und abbildet, die sich aus den Gliedzellen der absterbenden *Oe. capillare, Oe. acrosporum* und *Oe. echinospermum* entwickelten. Bary sah nämlich den zu einer Kugel zusammengeballten Inhalt einer Zelle aus länglichen Rissen hervorquellen, die in der noch nicht verdickten, weichen Haut der kürzlich ausgedehnten Ringfalte entstanden; seltner sah er solche die alte derbwandige Zellhaut durchbrechen.

Die von mir beobachteten, diesen Bary'schen Zersetzungskugeln ähnlichen Formen zeichnete ich auf Taf. III. Es war das *Oed. grande*, aus dessen dickwandigen Gliedzellen der ganze Inhalt, vollständig zusammengeballt, durch eine in der Wandung befindliche, kreisrunde Oeffnung hindurch, hervorquoll und aufsen eine sporenähnliche Kugel bildete (Fig. 50). Neben der Oeffnung findet sich eine kleine Scheibe von der Gröfse der Oeffnung, meistens noch an einer Seite der Oeffnung anhaftend, ohne Zweifel durch den hervorquellenden Zellinhalt aus der Oeffnung herausgestofsen, die sie bis dahin verschlofs (Fig. 50*d*).

Der hervorgetretene, kuglig gewordene, sporenähnliche Körper besteht aus mehreren incinandergeschachtelten Zellen, deren beide äufsere Membranen häufig eine einfache Schicht kleiner Stärkebläschen enthalten *), deren dritte innere Zelle mit Chlorophyll und Amylum erfüllt ist, während eine vierte rothbraune Bläschen enthält.

Die Kugel ist in eine zarte, durchsichtige Zelle wie in einen Sack eingehüllt, welcher mit dem unteren, etwas in die Länge gezogenen Ende an der inneren Wandung der Gliedzelle neben der runden Oeffnung befestigt ist.

Mit Chlorzink-Jod-Lösung färbte sich die sackförmige Hülle, ebenso wie die Häute der Kugel selbst, sehr schön veilchenblau. Bary erkannte diese Cellulosereaction der Hülle nicht, und in der That hält es auch an älteren, schon länger aus der Mutterzelle hervorgetretenen Kugeln schwer, diese Färbung hervorzubringen. Die eigentlichen Häute der Kugel färben sich jedoch auch dann noch mit Leichtigkeit blau. Es enthalten dieselben in späteren Entwickelungsstadien keine Amylumbläschen mehr, dagegen sind sie dann netzförmig- oder schwach porös verdickt (Fig. 52).

Die in dem Sacke eingeschlossene Kugel läfst an der Basis einen schleimigen, stielartigen Körper erkennen, der mit dem unteren Ende der Hülle in der Gliedzelle befestigt ist. Es schien mir eine innere Hüllmembran zu sein, die jedoch an diesem unteren Ende nicht so ausgespannt ist, wie die äufsere, sondern zusammengefallen; auch dieser stielförmige Anhang wird durch jene Reagentien blau gefärbt.

Bary hält die sackförmige Haut für eine junge, vielleicht erst während des Austretens um den Primordialschlauch gebildete Membran, die mit der innersten Schicht der entleerten Zelle zusammenhängt. Es würde demnach die äufsere Haut der Kugel oder die zarte Membran, welche höchst wahrscheinlich dieselbe noch innerhalb des Sackes umgiebt und in den stielförmigen Anhang der Kugel übergeht, die secundäre Gliedzelle sein.

---

*) Zuweilen schienen diese Amylumbläschen auch von Anfang an zu fehlen; überhaupt war der Bau dieser Kugeln sehr variabel.

Ich selbst habe das erste Zusammenballen des Inhaltes nicht beobachtet, sondern nur solche Kugeln entstehen sehen, die schon den Anfang gemacht hatten aus dem runden Loche hervorzuquellen, habe daher über den Ursprung der verschiedenen Häute keine Kenntnifs.

Viele der noch in dem Sacke eingeschlossenen Kugeln hatten, obgleich sie kein Amylum enthielten, nicht netzförmig- sondern gleichförmig verdickte, etwas stärkere Membranen; die in der dritten inneren Zelle enthaltenen Chlorophyll- und Amylumbläschen waren in geringerer Menge vorhanden, dagegen hatte sich die in der vierten inneren Zelle enthaltene Masse rothbrauner Bläschen und körnigen Schleimes vermehrt, wie es scheint, auf Kosten der Absonderungsstoffe der nächst äufseren Zelle, besonders des Chlorophylles, welches in anderen gänzlich resorbirt war, die dann nur noch das Amylum in oft geringer Menge enthielten.

Die rothe Masse, welche das Centrum der Kugel einnimmt, ist anfangs meistens nicht durch das Chlorophyll hindurch zu erkennen, vielleicht fehlt sie oft ganz, denn sie ist wohl nur ein accidenteller Bestandtheil derselben, wie die fernere Entwickelung vermuthen läfst. Auch Bary beschreibt die von ihm beobachteten Kugeln als braun, und zuletzt schmutzig-carminroth werdend.

Ueber die Bedeutung dieser Organisation für die Pflanzenart habe ich keinen Aufschlufs erhalten; wegen des eigenthümlichen Hervortretens aus der Mutterzelle mittelst des stets vorhandenen Deckelchens glaube ich sie für eine ursprünglich normale Entwickelung nehmen zu dürfen; jedoch habe ich diese nicht verfolgen können, dagegen eine höchst merkwürdige abnorme Erscheinung an solchen Kugeln beobachtet, deren vierte innere, mit rothem Farbestoffe erfüllte Zelle die vegetabilischen Absonderungsstoffe mehr oder weniger vollständig verdrängt hatte. Diese Kugeln sah ich häufig, während sie noch in dem Schlauche eingeschlossen und an der Oedogonien-Gliedzelle befestigt waren, an einem seitwärts befindlichen Punkte etwas nach Aufsen aufquellen und die glatte, verdickte Oberhaut der Kugel mit der enganliegenden Schlauchmembran sich in diesem Punkte zum Durchgange der eingeschlossenen rothen Masse öffnen. Es war ein glatter, amöbenartiger Körper, der durch die kleine Oeffnung sich hervordrängte, aufsen alsbald eine Kugelform annahm, eine farblose, etwas körnige Oberhaut zeigte, die lange, wimperartige Fortsätze ausschickte, welche nicht starr, sondern etwas beweglich waren und die verkürzt und verlängert wurden, während sich der kuglige Körper, augenscheinlich indem diese beweglichen Wimpern als Haftorgane dienten, in verschiedenen Richtungen langsam, fortwälzte. Fig. 53 zeigt einen solchen Körper 700mal vergröfsert.

Meistens kamen zwei bis drei solcher Körper nacheinander aus der Oeffnung einer Kugel hervor und öfter sah ich sie stundenlang in beschriebener Weise sich bewegen. Der Schlauch mit der anliegenden, dicken Kugelhaut blieb dann entweder ganz leer zurück oder es blieb noch etwas Amylum und eine zweite innere Zellhaut zurück. Die kleine collabirte Oeffnung, aus der die Amöben hervorgeschlüpft waren, erkannte man nur bei einiger Aufmerksamkeit. Dreimal sah ich zwei dieser kugligen, bewimperten Körper aufeinandertreffen, sich aneinanderlegen (Fig 54), an der Berührungsfläche miteinander verschmelzen und einen einzigen, unbeweglichen Körper bilden; zugleich verkürzten sich dann alle Wimpern der freien Oberfläche sehr schnell, eine völlig glatte Oberfläche zurücklassend; die körnige, farblose Haut

wurde durchsichtig und bildete die structurlose, etwas dickwandige Hülle der beiden vollkommen zu einem nicht ganz regelmäfsigen, oblongen Körper verschmolzenen Kugeln.

Bald plattete sich dieser Körper unten sohlenförmig ab; der rothe, körnige Inhalt, an dem sich jedes Zeichen seiner Entstehung aus zwei Massen verloren hatte, liefs dann von neuem eine Sonderung in zwei Portionen erkennen, die von öltropfenartigen, rothen Bläschen äufserlich überlagert wurden; in jeder dieser Portionen sonderten sich wieder zwei Kugeln und an Stelle dieser erschienen darauf wieder mehrere kleinere; ein vollkommener Furchungsprocefs, wie er an Eiern nach der Befruchtung eintritt. Als Resultat dieser andauernden Entwickelung endogener Zellengenerationen, deren Bestimmung ohne Zweifel die Erzeugung höher combinirter organischer Verbindungen ist, ist jetzt die fortwährend in einiger Formveränderung begriffene, dickwandige Hülle mit einer grofsen Anzahl kleiner Bläschen erfüllt, welche durch die äufsere rothe, aus scheinbaren Oeltropfen bestehende Schicht durchschimmern, die der farblosen Haut zunächst anliegen (Fig. 55). Nach zwei Tagen erkennt man deutlich eine Einschnürung der einen Hälfte des Inhaltes in mehrere Portionen, wie bei der Bildung eines Gliederthieres (56). Von diesem Zustande an ging mir die in Entwickelung begriffene Larve mehreremal zu Grunde; nur einmal dauerte die Entwickelung bis zum dritten Tage, aber auch diesmal trat das Thier vor der völligen Ausbildung (wahrscheinlich durch den Druck des Deckgläschens in Folge einer etwas zu weit vorgeschrittenen Verdunstung des Wassers) aus der Hülle hervor, in der Weise und in der Form wie es in Fig. 57 gezeichnet ist.

Leider ist diese Entwickelungsstufe immer noch zu unvollständig, um mit Sicherheit eine Bestimmung des Thieres wagen zu können, welches ich für ein Räderthier zu halten geneigt bin und zwar für einen Rattalus, der in grofser Menge zugegen war. Dennoch scheint mir diese eben beschriebene, fortwährend von mir überwachte, überraschende Metamorphosenreihe geeignet, die Aufmerksamkeit der Zoologen in Anspruch zu nehmen. Ich habe noch hinzuzufügen, dafs in den noch mit Chlorophyll erfüllten, aber mehr oder minder kranken Gliedzellen des Oedogonium eine röthlich gelb gefärbte Amöbe hauste, die sich von einer Zelle in die andere durchzubohren schien; in welchem Zusammenhange jedoch diese Amöbe mit den aus den scheinbaren Sporenkugeln hervortretenden steht, so wie über deren fernere Copulation und Metamorphose, unterlasse ich hier weitere Hypothesen. Die bekannten, grofsen Eier der Räderthiere und Crustaceen können nicht von diesen Entwickelungsformen eingeschlossen sein. Ebenso habe ich keine Beobachtungen über die Bildung des Deckelchens gemacht, der besonders dann merkwürdig wäre, wenn die aus der Gliedzelle hervorgetretene Kugel wirklich nur ein krankhaftes Produkt ist, veranlafst durch den parasitischen Thierkeim.

Die Beobachtungen dieser Erscheinungen machte ich im Juni und Anfang Juli, später habe ich sie nicht auffinden können.

III.

Bei einer Untersuchung der Zellenentwickelung kann die *Cladophora glomerata* nicht übergangen werden, da der ersten Theorie der Zellenbildung ihre Entwickelungsvorgänge als Grundlage dienten, indem Mohl dieselbe zu seinen wichtigen und folgenreichen Studien über diesen Gegenstand benutzte; Studien, die von allen jüngeren Pflanzenanatomen wiederholt wurden, welche die von jenem geschätzten Vorgänger gewonnenen Resultate fast ohne Ausnahme bestätigten.

Wenn ich dessenungeachtet auch heute noch, nach wiederholter und aufmerksamer Untersuchung dieser interessanten Pflanze, das von mir erörterte Entwickelungsgesetz auch bei der Bildung der Zellen ihres Gewebes befolgt sehe: so müssen wohl besondere Schwierigkeiten für die Erkennung der wahren Erscheinungen durch die Structurverhältnisse dieser Pflanze gegeben sein.

Und unleugbar sind dergleichen Hindernisse in der Entwickelungsweise der Zellen dieser Pflanze begründet, insofern nämlich erstens die grofse Menge der Absonderungszellen, welche in den Vegetationszellen enthalten sind, die jüngsten Anlagen dieser verdecken und deren Beobachtung erschweren; zweitens in den Gewebezellen nicht wie gewöhnlich deren jüngste Glieder längere Zeit unentwickelt bleiben und den sie als solche charakterisirenden Kern darstellen; drittens die successive, endogene Entwickelung auch bei den Absonderungszellen dieser Pflanze in hohem Grade ausgeführt ist, wodurch der unterscheidende Character einer Vegetations- und Secretionszelle verwischt wurde.

Diese Verhältnisse sind es zum Theil, welche die Erkennung der wahren Entwickelungsvorgänge der Gewebezellen dieser Pflanze erschwerten, wie schon Jessen *) dies durch Mittheilung seiner an verschiedenen Algen gemachten Beobachtungen erörtert hat; zum Theil auch ist es die Methode der Untersuchung, indem zu derselben chemisch wirkende Reagentien wie physikalische Hülfsmittel benutzt wurden.

In dem Folgenden werde ich meine Wahrnehmungen in der Reihenfolge vorführen, wie ich sie an der sich entwickelnden Pflanze zu machen Gelegenheit hatte. —

Von mehreren Algen ist es beobachtet worden, dafs einzelne ihrer Gewebezellen sich von dem Gesammtorganismus trennen und frei geworden, gleich Gonidien oder Knospen der zusammengesetzteren Pflanzen, sich zu vollständigen Individuen ausbilden. Dieser Vorgang, der unter gewissen, bisher noch nicht vollkommen erkannten Verhältnissen von der Natur ausgeführt wird, kann bei der *Cladophora glomerata* und wahrscheinlich auch bei den übrigen verwandten Conferven künstlich eingeleitet werden.

Durchschneidet man eine *Cladophora glomerata* der Länge nach in kleine Stückchen, so dafs eine Zelle zwischen je zwei durchschnittenen unversehrt bleibt und bringt diese Theilchen wieder in Wasser (Fig. 30 und 48), so fliefst aus den zerschnittenen Zellenenden der auf den ersten Blick schleimig-körnig aussehende In-

*) A. a. O.

halt zum Theil hervor, zum Theil wird er in der durchschnittenen Zelle nach und nach von dem eindringenden Wasser verändert und aufgelöst.

Die eine undurchschnittene Zelle aber widersteht der Einwirkung des Wassers auf ihre inneren, jetzt freigelegten Querwandungen, gleich der die Seitenwände bedeckenden Cuticula, welche die Diosmose auch nicht in dem Maafse zuläfst, dafs diese störend auf die Assimilationsthätigkeit der eingeschlossenen Zelle einwirken könnte. Die auf diese Weise isolirte Zelle fährt fort sich zu entwickeln, wenn auch anfangs verlangsamt und in veränderter Form: denn aus ihr bildet sich, ähnlich wie aus einer Keimzelle ein vollkommenes Individuum hervor.

Die erste, an der Zelle wahrzunehmende Veränderung ist ein Druck derselben auf die beiden freigelegten Querwandungen. Diese Querscheidewände stellen im natürlichen, unverletzten Zustande der Conferve eine flache Scheibe dar, nach dem Durchschneiden der benachbarten Zellen werden sie von der sich etwas spannenden, unverletzten Zelle nach aufsen hin gedrückt, so dafs sie in Bezug auf diese Zelle eine concave Form annehmen (Fig. 30. 31).

Diese anfangs gleichmäfsig auf beide Zellwandungen ausgeübte Spannung wirkt aber bald nur auf die eine derselben fort und zwar stets auf die ursprünglich untere, was man an solchen Abschnitten sicher erkennt, an denen eine Astzelle vorhanden ist (wie Fig. 30. 31. 42). Die sich vergröfsernde, unverletzte Zelle schiebt nun zuerst gewöhnlich die untere, ursprüngliche Querscheidewand immer weiter abwärts vor sich her, innerhalb der durchschnittenen cylindrischen Seitenwandung, indem meistens der Durchmesser dieses Cylinders nicht ganz ausgefüllt wird, wodurch um so deutlicher die sich über sie ausdehnende, sie umhüllende, vergröfserte Querscheidewand weit abwärts unterschieden werden kann.

Diese untere Verlängerung wird stets zunehmend schmäler und dünner als der Durchmesser des oberen Theiles der Zelle (Fig. 33. 34. 35); sie ist häufig nicht so dicht mit Chlorophyll angefüllt (Fig. 42. 45), wie die normal entwickelten Glieder der Pflanze und ihr unteres Ende legt sich gewöhnlich an andere todte oder lebende organische Körper an, auch an lebende Zellen der eignen Art, breitet sich über dieselben mit dünnen Verästelungen aus und haftet eng an sie an (Fig. 43. 44. 45), indem es mit denselben verwächst, ohne jedoch bemerklichen Einflufs auf deren Lebensthätigkeit auszuüben. Es ist diese untere directe Verlängerung der Conferven-Zelle also deren Wurzelende geworden.

Ganz anders verhält sich das obere Ende derselben Zelle. Auch dies obere Ende zeigt anfangs eine Spannung auf die freigelegte Querscheidewand gleich dem unteren Ende, nie jedoch habe ich mit Sicherheit eine unmittelbare Verlängerung der Scheitelfläche der Zelle nach oben, in die entleerte Zelle hinein beobachtet: sondern wenn hier an dem oberen Ende der Zelle eine Wachsthumsveränderung eintritt, was gewöhnlich später nach vorhergegangener Ausdehnung des Wurzelendes geschieht, so dehnt sich dieselbe unterhalb der früheren Querscheidewand nach einer Seite hin über die Oberfläche hinaus zu einem Ast aus, in derselben Weise, wie dies bei der normalen Astbildung der unverletzten Conferve vor sich geht.

Es entwickelt sich also der Ast innerhalb der sich über sie ausdehnenden, ursprünglichen Hüllhaut der ganzen Pflanze, während hier das, die Wurzel der höheren Pflanzen vertretende Organ nicht von dieser allgemeinen Hüllhaut der Pflanze

bedeckt ist, sondern nachdem sie die anliegenden Häute der durchschnittenen Zelle durchwachsen hat, frei und unbedeckt sich im Wasser verlängert.

Es findet sich hier demnach ein der zusammengesetzten Pflanze gleiches Verhältnifs in der Entwickelung dieser beiden physiologisch differenten Organe; denn auch alle Theile, die dem *caudex adscendens* der mit Gefäfsen versehenen Pflanzen angehören, sind während ihrer Entwickelung von der Hüllhaut bedeckt, welche der Wurzel mit ihren Verästelungen fehlt die nur von einem, dem Korke in mancher Hinsicht zu vergleichenden Gewebe auch an der vegetirenden Spitze umhüllt ist.

Das gesetzmäfsige Innehalten der Wurzelbildung aus dem ursprünglich unteren Ende, der auf die beschriebene Weise isolirten Confervenzelle, so wie die Astbildung aus dem ursprünglich oberen Ende, von welcher Regel höchst selten Ausnahmen vorkommen*) macht es ersichtlich, dafs in jeder dieser Zellen schon eine physiologische Differenz der beiden entgegengesetzten Enden existirt.

Auch an den aus einem Systeme von endogenen Zellen bestehenden an einer Seite mit schwingenden Wimpern besetzten, Schwärmsporen und Gonidien der Algen erkennt man eine gleiche prädisponirte Polarität, auch hier wird stets die eine Seite, und zwar die mit Wimpern besetzte, zur abwärts wachsenden Haftwurzel, das diesem entgegengesetzte Ende der Spore, innerhalb der sich verdickenden Mutterzelle zum aufwärts strebenden Stamme. Diese ohne Zweifel durch die Entwickelung in der Mutterpflanze schon vorbereitete Sonderung der mit verschiedenen Functionen begabten Regionen der Zelle, giebt die Grundlage zu der Verschiedenartigkeit in den Verrichtungen der Organe der entwickelten Pflanze.

Zum Theil ist es die Art der, von der Lage in der Mutterzelle und in der Mutterpflanze abhängigen Ernährung der Sporen und Keimzellen, welche der Zelle, zugleich mit ihrer Entstehung und Entwickelung, die Verschiedenartigkeit der Functionen ihrer verschiedenen Regionen einimpft.

Zum Theil ist auch diese, an ihren gegenüberliegenden Polen heterogene Thätigkeit vieler keimenden Algensporen und des sich entwickelnden phanerogamen Embryo wohl in der anatomischen Verschiedenheit dieser Pole begründet, indem nämlich das die Wurzelfunction übernehmende Ende des jugendlichen Organismus die mütterliche Zelle durchbricht, welche als Hüllhaut das entgegengesetzte Ende, — die jüngsten Theile desselben wenigstens bis zu der vollständigen Ausbildung der normalen Form, — umhüllt. Auch können wir als Ursache ihrer Polarität zum Theil schon die schwingenden Wimpern mit denen die Keimkörner besetzt sind vermuthen. Die Wimpern selbst nämlich, haarförmig ausgedehnte Secretionszellen**), sind die ersten einfachen Ernährungsorgane des embryonalen Organismus. Gefüllt mit einer Flüssigkeit, welche die Aufnahme von Stoffen aus der Umgebung veranlafst, bereiten sie ohne Zweifel der Zelle an der sie haften den ersten Nahrungsstoff***), welcher

*) Einmal beobachtete ich einen Wurzelast der an der Seite der untersten Gliedzelle hervorsprofste. Dafs aus der ausgebildeten Wurzel sich wieder aufsteigende Aeste entwickeln ist keine Seltenheit und schon von Meyen beobachtet. (Nov. Act. Leop. 1828.)

**) Bot. Zeitung 1852.

***) Die Entwickelung der Algenkeime wird durch organische Materie sehr begünstigt, man kann dieselben während ihres Schwärmens dadurch nach einem bestimmten Orte hin locken, dafs man z. B. eine Confervenzelle daselbst durchschneidet worauf in der Nähe des ausfliefsenden Plasma sich eine grofse Menge versammeln.

derselben, besonders während der Auflösung der Wimpermembranen übertragen wird, wodurch die Prädisposition der ihnen angrenzenden Zellenregion zur Wurzelfunction befördert oder veranlafst wird.

Diejenigen Keimzellen (Gonidien), welche ringsum mit einem gleichförmigen Flimmerepithelium überzogen sind, z. B. diejenigen der Gattung Vaucheria, zeigen nicht die prädisponirte Polarität ihrer gegenüberliegenden Enden.

Dagegen finden sich in der sich entwickelnden Keimzelle des zusammengesetzten Organismus der phanerogamen Pflanzen ähnliche Verhältnisse wieder. Auch bei diesen liegt die Lösung des Räthsels der gesetzmäfsigen Lage des Würzelchens der jungen Pflanze nach dem Knospenmunde zu — unabhängig von der Anheftungsweise der Saamenknospe an der Placenta, aus der sie die Nahrungsflüssigkeit empfängt — ohne Zweifel zum Theil darin, dafs der erste Anstofs zu der Ausführung der typischen Form des entwickelten Organismus, welcher der einfachen befruchteten Zelle innewohnt, durch den Inhalt des Pollenschlauches gegeben wird, der durch die Micropyle in die Saamenknospe eindringt, und die polare Thätigkeit der indifferenten Keimzelle einleitet.

So wie in der fadenförmigen Conferve diese einmal eingeleitete polare Thätigkeit der Keimzelle sich auf die ganze Zellenreihe des entwickelten Organismus fortpflanzt, und zugleich in jeder einzelnen Zelle desselben sich ausgeprägt findet, so geschieht es auch in der aus verschiedenen Gewebearten zusammengesetzten phanerogamen Pflanze, wodurch die jedem Stücke des Stengels oder des Blattes innewohnende Prädisposition zur polaren Thätigkeit, die sich in der gesetzmäfsigen Entwickelung neuer Wurzeln an dem ursprünglich unteren Ende des Organentheiles zu erkennen giebt, ihre Erklärung findet.

Diese Erscheinung abhängig machen zu wollen von der Gegenwart von Gefäfsen, die mit Functionen versehen seien, denen der Gefäfse des thierischen Organismus analog, wie dies, merkwürdig genug, noch in neuester Zeit wieder vorgetragen wird, giebt von einem gänzlichen Verkennen des Baues des Pflanzengewebes Zeugnifs.

IV.

Nach der allgemein jetzt herrschenden Ansicht bestehen die meisten Gewebezellen der Pflanzen in einer gewissen Lebensperiode aus der äufseren Zellhaut, aus dem Primordialschlauche (der inneren zweiten Zellhaut) aus dem, einen Kernkörper enthaltenden Zellkerne (der inneren dritten und vierten Zellhaut) und aus der zwischen dem Kerne und dem Primordialschlauche befindlichen trüben, körnig-schleimigen Flüssigkeit, dem Protoplasma, Plasma oder Zellsaft. In dem letzteren bilden sich während der Vergröfserung der beiden äufseren Zellhäute unregelmäfsig vertheilte Lücken oder Hohlräume, welche den übrigen körnig-schleimigen Inhalt in zwei Theile sondern: in einen centralen, den Kern umgebenden, und einen peripherischen die Innenwandung des Primordialschlauches auskleidenden; beide sollen durch fadenförmige einfache oder verästelte Fortsätze mit einander in Verbindung stehen.

Die Zellen der Cladophora lassen keinen Zellkern erkennen. Ihr Plasma wird beschrieben als ein schleimiges, an der Oberfläche, der zweiten inneren Zelle zunächst, dichteres (nach Nägeli hier zu dem Innenschlauch erhärtendes) daselbst Chlorophyll und Amylum einhüllendes.

Dies Alles verhält sich nun etwas anders und erfordert eine eingehende Erörterung um die Organisation dieser Zellenpflanzen, so wie die der Pflanzenzelle überhaupt, richtig zu würdig.

Der bei der Durchschneidung der *C. glomerata* unter Wasser hervorquellende Inhalt unterliegt gröfstentheils sehr bald der Einwirkung des Wassers, so dafs nur die Chlorophyll- und Amylumbläschen und später endlich nur letztere noch zu erkennen sind. Diese Amylumbläschen finden sich häufig als Kerne der Chlorophyllbläschen, in denen sie sich nach und nach vergröfsern, während die Substanz der Chlorophyllbläschen verflüssigt wird.

Eine genauere Beobachtung der aus dem durchschnittenen Confervengliede hervorquellenden Substanz, während der gleichzeitigen Einwirkung des Wassers auf dieselbe, läfst erkennen, dafs diese anscheinend schleimige Flüssigkeit aus wasserhellen Bläschen und Zellen besteht, welche gefüllt sind mit einem durchsichtigen entweder gänzlich oder zum Theil farblosen, zum Theil grün gefärbten Safte, welcher letztere dann wie ein grüner Schleim sich an die Wandungen der sehr zarten Haut der Zellen anlegt, sie aufsen oder innen überzieht und oft sie gänzlich ausfüllt. Die Gröfse dieser Bläschen variirt von den allerkleinsten bis zu solchen, deren Durchmesser den Querdurchmesser der Conferve bedeutend übertrifft; doch ist die Bestimmung der ursprünglichen Gröfse sehr schwierig, da alle im Augenblicke des Durchschneidens des Confervenfadens und der Berührung mit Wasser aufserordentlich rasch und stark ausgedehnt werden, meistens bald zerplatzen.

Durch Bewegung des Wassers kann man die aus der Mutterzelle hervorgetretenen, zarten, noch nicht geplatzten Zellen fortrollen machen und sich von dem Widerstande, den ihre Membranen gegen die Einwirkung des Wassers einige Zeit ausüben, überzeugen. Auch in dem sich entleerenden Theile der zerschnittenen Gliedzelle erkennt man jetzt ähnliche zarte Zellen, an der inneren Wandung der secundären Membran hier und dort anklebend. Die mittlere Höhlung der Gliedzelle ist später mit Wasser oder auch wohl mit Luft angefüllt, wenn letztere während des Zerschneidens eindrang.

Mehrere solcher kleinen Bläschen und zartwandigen Zellen sind ganz gewöhnlich von einer gröfseren eben so zartwandigen Zellhaut gemeinschaftlich umhüllt. Diese anfangs den inneren Zellen eng anliegende Haut wird durch Einwirkung des Wassers bald von denselben abgehoben und durch etwas länger andauernde Endosmose so sehr ausgedehnt, dafs sie an irgend einer Stelle zerreifst, worauf dann plötzlich die bis dahin glatte und structurlose Membran zusammenfällt, körnig erscheint und von den klaffenden Rändern des Risses an, aufgelöst wird.

Die durch die Auflösung der Mutterzelle freigewordenen, in farblosem oder grünem Schleime eingebetteten Bläschen und Zellen sind nun gleichfalls den Einwirkungen des Wassers preisgegeben und unterliegen demselben in gleicher Weise, meistens in 10—15 Minuten. Ist das Wasser nicht in hinreichender Menge vorhanden, so erhalten sich die etwas gespannten Häute in der schleimigen Umgebung längere Zeit.

Frühere Beobachter haben Aehnliches gesehen z. B. Meyen*) an den aus den Gliedzellen hervortretenden Gonidien, Saulier an denjenigen der Derbesia **), Unger bei *Achlya prolifera* ***), Itzigsohn und Hartig †), Letzterer an der *Vaucheria dichotoma*, Alle jedoch haben diese nicht genau erkannte Erscheinung anders gedeutet, indem sie die in Folge der Endosmose von den Tochterzellen sich abhebende Mutterzelle der Anschauungsweise Mirbel's folgend, als einen entstehenden Niederschlag auf jene betrachteten.

Hartig sagt man sehe nach der Durchschneidung des Vaucherienschlauches Blasen aus demselben hervortreten und sich abschnüren, später in dem Wasser platzen, einen Theil ihres Saftes entleeren, dann durch Contraction der Häute sich sofort wieder schliefsen und von neuem anschwellen; auch sollen zwei und mehrere durchschnittene Schläuche sich nach Art der Copulation, zu einer Blase vereinigen.

Durch vielfache Beobachtungen dieser Erscheinungen habe ich mich überzeugt, dafs diese scheinbaren Abschnürungen, Contractionen und wiederholte Anschwellungen nichts anderes sind, als die successive Ausdehnung und Auflösung der endogenen Zellensysteme. Die einmal geplatzten oder durchschnittenen Blasen vereinigen sich nie mit einander noch schwellen sie endosmotisch an, wie Hartig dies gesehen zu haben glaubt, sondern werden unaufhaltsam zerstört; die unverletzt aneinanderliegenden aber lassen wegen der grofsen Zartheit ihrer Häute, wenn ihr Inhalt ungefärbt ist, die sich berührenden Wandungen schwer erkennen, so dafs sie alle nur eine Höhlung zu bilden scheinen. Fügt man zu dem Wasser, worin sich der zellige Inhalt der Conferve befindet, wässrige Jod- oder Tanninlösung hinzu, so erfolgen die Erscheinungen des Anschwellens und Zerplatzens der farblosen, endogenen Zellen noch um vieles rascher, besonders mit letzterer, während der Inhalt derselben ungefärbt bleibt und sich leicht mit der Flüssigkeit vermischt.

Zuweilen sieht man sogleich nach dem Zerschneiden der Conferve im Wasser eine grofse zartwandige Zelle von der halben Länge und dem gleichen Querdurchmesser der Gliedzelle continuirlich sich hervordrängen, angefüllt mit anderen zum Theil hellen, durchsichtigen, zum Theil grün gefärbten Zellen, welche Chlorophyll und Amylumbläschen enthalten. Es scheint als dringe eine ganze junge Gliedzelle vollständig aus der Confervenzelle hervor. Nach kurzer Zeit wird die äufsere Wandung, die Mutterzelle aller jener eingeschlossenen Zellen, vom Wasser verflüssigt, verschwindet plötzlich ringsum auf einmal, oder indem von einem Ende die Auflösung beginnt und von da aus sich über den ganzen Umfang fortsetzt und nun treten alle die eingeschlossenen, bis dahin meist nur durch die sich berührenden und abgeplatteten Wandungen erkennbaren Körper, als kuglige Bläschen und Zellen mehr oder minder über die Oberfläche des Conglomerates hervor, dehnen sich continuirlich aus, bersten und verschwinden dann plötzlich.

Anders sind die Erscheinungen, wenn die Durchschneidung der Alge statt unter Wasser in einer Lösung von arabischem Gummi vorgenommen wird. Es

---

*) Act. Leop. Acad. 1828 pag. 447 und 448.

**) *Annales des sc. nat.* 3 *ser. tom. VII.* 157.

***) *Linnaea* 1843. 129.

†) Bot. Zeit. 1854.

zeigen sich dann, während gleichzeitig die Flüssigkeit in die durchschnittene Algenzelle eindringt, fast nur ganz wasserhelle, nicht die grün gefärbten Zellen, noch täuschender als im Wasser, wie Tropfen erscheinend. Man sieht sie aus dem Innern der Confervengliedzelle in grofser Menge und sehr verschiedener Gröfse durcheinander sich hervordrängen, indem sie, je näher sie der Mündung kommen, desto mehr sich vergröfsern und diese bald gänzlich verstopfen. Sie sind theils bedeckt von grünem Schleime, theils ist derselbe zu einer gröfseren Masse zusammengeballt, den die wasserhellen Zellen umgeben und in welchem sie eingebettet sind.

Fügt man nun Wasser zu der Gummilösung nach und nach hinzu, so sieht man diese wasserhellen gewöhnlich Vacuolen genannten Zellen langsam noch etwas anschwellen, bis sie endlich plötzlich platzen, worauf sich dann ihr Inhalt mit dem Wasser mischt, ihre Haut zusammenschrumpft, sich aber meistens nicht löst.

Die grünen schleimigen Massen beginnen jetzt gleichfalls zu quellen und man erkennt mit Deutlichkeit, dafs es die mit grünem Schleime erfüllten Bläschen sind, welche in der Gummilösung collabirten während ihre, den grünen Schleim umgebenden Häute jetzt im Wasser wieder gespannt werden.

Die im Wasser geplatzten Häute der mit farbloser, stark endosmotischer Flüssigkeit angefüllten Zellen lassen sich mit corrodirenden Reagentien behandeln ohne alsbald gelöst zu werden.

Setzt man sie der Einwirkung einer wässrigen oder spirituösen Jodlösung aus, so überzeugt man sich, dafs weder der Inhalt noch die Haut dieser Zellen durch Jod sichtlich gefärbt werden, ebensowenig durch Chlorzinkjod Lösung, welches die zusammengeschrumpfte Haut kaum schwach gelb färbt.

Uebrigens modificirt nicht nur der Entwickelungszustand der Pflanze diese Erscheinungen, sondern wahrscheinlich auch die Verschiedenheit ihrer Ernährungsverhältnisse, wie dies auch bei den weiter unten beschriebenen Spirogyren erkannt wurde.

Aus allen diesem geht hervor, dafs die Gliedzelle der *C. glomerata* nicht zu allen Zeiten ihrer Entwickelung eine schleimig-körnige zähe Flüssigkeit, der gonimische Inhalt Kützing's, das Protoplasma Mohl's enthält: dafs dieselbe vielmehr in gewissen Perioden gänzlich angefüllt ist mit zartwandigen stark diosmotischen, sich abwechselnd im Wasser aufserordentlich rasch vergröfsernden und in Gummilösung einschrumpfenden Zellen, wie mit einem vollkommenen Zellgewebe.

Die Natur dieser endogenen Zellen ist eine zweifache. Einige derselben enthalten nämlich neben farbloser wässriger Flüssigkeit, oft auch ohne diese, mehr oder weniger eines grünen schleimigen Stoffes, beide Stoffe höchst wahrscheinlich in eigne Zellhäute eingehüllt und in demselben frei schwimmend, entweder nur kleine Bläschen von Amylum und Chlorophyll — welche letztere häufig ein Amylum-Kernbläschen enthalten, — oder auch kleinere und gröfsere Zellen, in denen dann diese Körper enthalten sind. Ihre Haut spannt sich im Wasser und zerfliefst bald in demselben.

Die Zellen der zweiten Art sind nur mit einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit angefüllt, und dehnen sich im Wasser rasch bedeutend aus, bis sie platzen; daher sind sie in demselben kaum zu beobachten, wenn nicht durch Vermischen des Wassers mit Gummi dafür gesorgt ist, die Ausdehnung der diosmotischen Mem-

bran zu verlangsamen, worauf man sich dann zuweilen überzeugen kann, dafs die Membran vieler dieser Zellen in Wasser und Chlorzinkjodlösung corrodirt aber nicht gelöst wird.

Zwischen diesen beiden Zellenarten kommen Mittelformen vor, welche ersichtlich machen, dafs beide nicht gänzlich verschiedener Natur sind, sondern nur Entwickelungsstufen einer und derselben Zellenart.

Die Erscheinungen, welche während der Einwirkung der Flüssigkeiten auf die durchschnittenen Gliedzellen und auf die sich ausdehnenden und hervorquellenden endogenen Zellen stattfinden, ebenso wie auch die Lagerung der letzteren in den unverletzten, normal entwickelten Gliedzellen sprechen dafür, dafs die aus wässrigem Inhalte und resistenteren Häuten bestehenden Zellen die Mittellinie der cylindrischen Confervengliedzelle einnehmen, die mit Chlorophyll erfüllten und mit in Wasser löslichen Häuten versehenen dagegen sich der Oberfläche dieses centralen Gewebes näher befinden.

Nicht selten sieht man auch an den Enden der Gliedzellen völlig normal entwickelter Pflanzen, wie bei Fig. 31x, die wasserhellen, zu polyedrischen Formen aneinander gepreſste Zellen, welche den Mittelraum der Gliedzellen einnehmen, unter den, an der Oberfläche befindlichen, mit Chlorophyll angefüllten sich hervordrängen.

In der Periode der Vermehrung der Gliedzellen fehlen, wie es scheint, entweder gänzlich die gröfseren dieser mit Absonderungsstoffen erfüllten endogenen Zellen oder es sind dann nur noch vorzugsweise diejenigen vorhanden, die in ihren leicht in Wasser zerfliefsenden Häuten die kleineren, Chlorophyll und Amylum einschliefsenden, enthalten, welche dann allein noch in der Umgebung grofser, endogener Zellen erkannt werden können, die sich ohne Zweifel zu neuen Gliedzellen entwickeln.

Das relative Mengenverhältnifs dieser beiden endogenen Zellenformen und die davon abhängige Lagerung in der Confervengliedzelle bedingen den grofsen Formenkreis dieser Pflanze.

Da die Art der Entwickelung und der Vertheilung der endogenen Zellen von der Ernährung der Pflanze, mithin von der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeit worin dieselbe wächst, abhängig ist, so wird die Cultur der *Cladophora glomerata* bei einer Revision des systematischen Werthes jener Formen hülfreich sein können.

Die grofse Neigung zur Diffusion der Flüssigkeit, welche die wasserhellen Zellen enthalten, mit einer Lösung von Gerbsäure macht diese Zellen schon in der unverletzten Pflanze stark vergröfsern und an deren Oberfläche sichtbar, nachdem die Pflanze einige Zeit in solcher Lösung gelegen hat *).

Ebenso treten diese Zellen in den, neben verwundeten Gliedzellen befindlichen sich vergröfsernden Gliedern schon nach einigem Aufenthalt in reinem Wasser mei-

*) Es treten durch dies Mittel häufig Zellen in dem Inhalte der Gliedzellen mit grofser Deutlichkeit hervor, und platten sich während sie sich ausdehnen gegenseitig an einander ab, auch dort wo vorher keine Spur derselben zu erkennen war und man einen gleichförmigen, unorganisirten Schleim vor sich zu haben glaubte. Besonders deutlich sieht man diese Erscheinung in dem farblosen Schleime der die Gliedzellen der Mougeotia anfüllt, in dessen Mittellinie die einfache Chlorophyllplatte frei zu schwimmen scheint. Dieser farblose, scheinbar ganz gleichförmige Schleim ist der Inhalt nebeneinanderliegender, oft fast cubischer. oft mehr länglicher Zellen, durch deren Ausdehnung in der Richtung einer Schraube auch die gedrehte Form, welche die Chlorophyllplatte häufig zeigt, hervorgebracht wird.

stens stark hervor, und geben dadurch der Oberfläche der Pflanze ein grofszelliges, genetztes Ansehen.

In dem Fig. 39 gezeichneten Falle hatte sich eine dieser endogenen Zellen fast bis zur halben Gröfse der Gliedzelle ausgedehnt, ohne dafs neue Zellen in ihrem Innern entstanden waren.

Die grofse Zartheit der Häute der ineinander geschachtelten Systeme dieser Zellen läfst den Plan ihrer Anordnung und ihre Entwickelungsfolge in der unverletzten Pflanze nicht erkennen, so wie die grofse Hinfälligkeit der aus dem organischen Verbande getrennten es unmöglich macht mit Sicherheit zu erkennen, dafs in Bezug auf die Gewebezellen die Zweizahl in derselben herrscht, wie es die äufseren Entwickelungserscheinungen wahrscheinlich machen.

Es scheint, wie oben bemerkt, dafs die mit farbloser Flüssigkeit angefüllten Zellen den mittleren Raum der Gliedzelle einnehmen und dafs diese nach Aufsen in die Chlorophyll enthaltenden übergehen, sich wahrscheinlich in diese umändern. Diese Entwickelungsweise würde nicht für den binären Typus sprechen, wenn man nicht wüfste dafs die meisten dieser Zellen nur die Function von Secretionszellen ausüben, dafs sie von einer oder wenigen sich zu Gewebezellen ausbildenden überwachsen, d. h. zur Seite gedrängt und aufgelöst werden, indem zuerst ihre eigene Membran, dann die von ihnen umhüllten stickstoffhaltigen und endlich die an Kohlenstoff reichen Secretionsbläschen resorbirt werden.

An einer dickhäutigen Form der Cladophora beobachtete ich wiederholt*), dafs in etwas erkrankten Zellen eine Anzahl dieser endogenen, dünnwandigen, Chlorophyll enthaltenden Zellen, ebenso stark verdickte Häute hatte wie die Gliedzellen selbst; und an der *Cl. glomerata* findet man nicht selten kleine Zwischenglieder, wie in Fig. 30a gezeichnet, die ich für dickwandig gewordene in die Reihe der Gewebezellen getretene Secretionszellen halte, welche durch die normal sich entwickelnden Vegetationszellen ausnahmsweise nicht resorbirt wurden.

Sehr häufig kommen in erkrankten und absterbenden Gliedzellen der Confervaceen einzelne dieser endogenen Zellen vor die nur noch Amylum enthalten oder gänzlich entleert sind.

V.

Während des oben beschriebenen Abwärtswachsens der Gliedzelle der Cladophora dehnt sich nicht nur deren eigene Zellmembran, so weit sie als Querwand dient, sondern auch die an sie unmittelbar angrenzende Wandung der benachbarten Zelle nach der Seite der Schnittfläche hin aus. Letztere sieht man in ihre eigene Zellhöhlung zurückgeschoben, während erstere in diese hinein sich ausdehnt (Fig. 31 und 33).

Sehr bald jedoch läfst sich die zurückgedrängte Wand der zerschnittenen Zelle, die anfangs etwas aufquillt und dicker wird, wie sie im unverletzten Zustande war, an der sich abwärts verlängernden Spitze der benachbarten Zelle nicht mehr erken-

*) Vegetationsorgane der Palmen 1847, pag. 30.

nen (Fig. 35, 37, 38 und 39). Nur an der Stelle wo sie durch das Zurückgedrängtwerden eine Kreisfalte bildete ist sie am stärksten, oft selbst schichtig verdickt.

Während der ferneren Entwiekelung und des Auswachsens der lebensthätigen Naehbarzelle wird diese Haut der in sich selbst zurüekgestülpten Zelle, die also jener, der *cuticula* vergleichbar, als äufsere Hülle dient, resorbirt; der Zwisehensubstanz und dem Rindengewebe ähnlich, welches vor der Spitze einer Adventivwurzel verflüssigt wird (man vergl. Vegetationsorgane der Palmen Taf. IV. Fig. 8).

Diese Resorption der zurückgefalteten Querwand (Fig. 37, 38, 39 und 42a, b) geht von unten nach oben (von der Mitte nach der Peripherie) in der Weise vor sich, dafs jene etwas verdickte Falte in einem gewissen Entwickelungszustande die einzige noch vorhandene Andeutung der beseitigten Querwand ist, indem sie als ein Kreisfaden innerhalb der Hüllhaut die Tochterzelle ringförmig umgiebt und etwas einsehnürt (Fig. 42a; der nächst frühere Zustand dieser Falte ist in b angedeutet).

Es entwickeln sich diese Zustände nicht nur in Folge der künstlichen Behandlung, sie kommen auch sehr häufig an wildwachsenden Pflanzen als Folgen von Verwundungen vor. Diese Ringfalten können, wenn ihre Entstehung nicht erkannt wurde. leieht mit anderen Falten verwechselt werden, welche für beginnende und unterdrüekte Scheidewandbildungen gehalten worden sind.

Die übrige cylindrisehe, abgestorbene von der Hüllhaut bedeekte Wandung der durchschnittenen Gliedzelle zeigt bald eine zarte aber sehr deutliche Längenstreifung (Fig. 31, 33, 35).

Nicht selten durchwächst übrigens eine Zelle auf die eben beschriebene Weise zwei oder mehrere benachbarte, wenn diese durch irgend einen widrigen Einflufs in ihrer Lebensthätigkeit gestört wurden und man findet dann, in der bestimmten Entfernung gewöhnlieher Zellenlängen, mehrere solcher Ringfalten an der Oberfläche dieser langen Gliedzellen.

In der Regel, aber nicht immer, geht die Entwickelung der isolirten Gliedzelle in der Weise vor sich (wie Fig. 33, 34 und 35 gezeichnet), dafs die benaehbarte absterbende Zellwand regelmäfsig und gleichförmig vor jener, scheinbar durch passive Ausdehnung, hergeschoben wird. Zuweilen scheint die eine Seite oder ein Theil der Querwand mehr Widerstand zu leisten wie der übrige, oder die vegetative Thätigkeit der sich ausdehnenden Zelle ist an einer Seite bedeutender als in der Mittellinie und dies wird die Ursache des Vorkommens unregelmäfsiger Formen jenes Ringes, wie z. B. solche in Fig. 37 und 39a gezeichnet sind.

Auch kommt es vor, dafs die auswaehsende Zelle, wenn sie erst kürzlich mit der durehschnittenen sich in den Raum der gemeinschaftlichen Mutterzelle theilte, nieht die ganze Querwandung vor sich hin abwärtsdrängt: sondern, wie in Fig. 36 und 38 gezeichnet, nur den mittleren, wenig oder nicht verdiekten Theil derselben; anfangs ihn dureh ihr Hineinwachsen kuglig ausbaucht und später den ganzen Raum der unteren Zelle mehr oder weniger vollkommen ausfüllt.

In der normal sich entwickelnden Seheidewand beginnt nämlich an ihrem Umkreise die sich als Verdickung äufsernde Volumenzunahme der assimilirenden und wachsenden Zellmembran (Fig. 40a) und schreitet von hier gleichzeitig in dem cylindrischen Theile der Membran, entspreehend dem Wachsthume ihrer Mutterzelle,

nach den Enden der beiden Zellen hin, — in der Scheidewand selbst, nach dem Mittelpunkte derselben hin vor.

Wird auf eine solche unlängst verholzte Scheidewand bald nach Durchschneidung der Zelle von der benachbarten unverletzten, durch Endosmose stärker gespannten ein gröfserer Druck ausgeübt, so wird die Querwand nicht wie eben beschrieben durchwachsen, sondern sie zerreifst plötzlich und der Inhalt der benachbarten, bisher unverletzten Zelle wird durch diese Oeffnung hinausgepreſst.

Ein ähnliches Zerreifsen der neuen Scheidewand und Ueberfliefsen des Inhaltes einer Zelle in die benachbarte nach Einwirkung von endosmotischen Flüssigkeiten, kommt auch an unverletzten Zellen vor, und scheint der Idee einer Scheidewandbildung, durch Hineinwachsen einer Falte des parietalen Theils der Haut der Mutterzelle bis zu ihrer Mittellinie, bei früheren Beobachtern Vorschub geleistet zu haben.

Zuweilen schiebt auch das herabwachsende untere Ende der oberen Zelle nicht die Mitte sondern eine Seite der Querwand vor sich her, so dafs sich an einer Seite des sich verlängernden Endes eine sehr schmale, an der entgegengesetzten Seite eine viel breitere Ringfalte als Andeutung der früheren Scheidewand findet (Fig. 37 und 39a).

Oefter beobachtete ich Fälle wo die abwärts wachsende Zelle nicht in die untere benachbarte, abgestorbene oder durchschnittene Gliedzelle hineingewachsen war, sondern dieselbe an ihrer einen Seite völlig seitwärts geschoben hatte, so dafs beide Zellen der Länge nach wie zwei Keile in entgegengesetzter Richtung nebeneinander lagen.

Zuweilen finden sich zusammenhängende Confervenfäden an denen irgend eine Gliedzelle erkrankte, abstarb und dann die nächste höhere Zelle in die Höhlung der erkrankten Zelle, bis auf deren, die nächst untere Scheidewand bildenden Grund, wurzelzellenförmig hineinwuchs; dieser herabgewachsene Theil beginnt dann sich zu erweitern, bis er den Raum der erkrankten Zelle gänzlich ausfüllt und sein unteres Ende mit der benachbarten Zelle eine ganz normal gebildete Scheidewand bildet.

Diese so entstandenen sehr langen Gliedzellen, ebenso wie die aus den verletzten Confervenzellen hervorgewachsenen Wurzelzellen, werden später durch endogene Zellen in Glieder getheilt.

In der Wurzelzelle beobachtet man das erste Auftreten junger Gliedzellen, sowohl in deren äufsersten Spitze zunächst unter der Hüllhaut (Fig. 32) als auch innerhalb der schon vorhandenen Gliedzellen, indem hier anfangs durch das Chlorophyll hindurch eine sich continuirlich vergröfsernde Zelle hindurchschimmert, dann in ihrem mittleren Theile durch Beiseitedrängen des Chlorophylls frei wird und kleine Bläschen, die Anfänge neuer Zellen, in ihrem Innern erkennen läfst. Die vollständige Resorption des Chlorophylls, Amylums etc., welches die Tochterzellen zweiter Ordnung anfangs trennt, habe ich an ein und derselben Wurzelzelle nicht vollständig verfolgt, dagegen an verschiedenen Individuen alle Uebergangsformen gesehen bis zu solchen Zuständen, in denen sich zwischen den beiden neuen Gliedzellen der Wurzelzelle keine organisirten Körper mehr befinden, sondern nur eine gallertartig erscheinende, unorganisirte Zwischenzellsubstanz, wie es Fig. 32 darstellt.

Die Membran der endogenen Zellen der Wurzelzelle scheint an dem unteren

Ende stets stärker verdickt zu sein als an dem oberen, daher dort wo zwei Zellen unmittelbar nebeneinander liegen, der Antheil den die untere Zelle an der Scheidewand hat leicht übersehen wird, besonders da dieser Theil ihrer hier sehr zarten Haut, durch das convexe Ende der benachbarten verdickten Zelle, etwas nach unten zurückgedrückt ist.

In den Spitzen des Stammes und der Aeste findet das entgegengesetzte Verhältnifs statt. Hier erkennt man gleichfalls zuweilen den Inhalt der letzten Gliedzelle schon aus mehreren noch dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, wie in Fig. 42a, wo der Inhalt deutlich in drei, von zarten Membranen eingeschlossenen Portionen getheilt ist. Die Spitze der untersten Zelle ragt hier etwas in das untere, concave Ende der nächst oberen Zelle hinein; die von diesen jungen Zellen gebildeten aber sehr schwierig zu erkennenden Scheidewände sind deshalb nicht flach, sondern kegelförmig. Die oberste, in der Spitze des Astes befindliche kleine Zelle ist mit noch kaum grün gefärbten Bläschen angefüllt; ähnliche finden sich in den Spitzen der Wurzelzelle; es wird dadurch die irrthümliche Annahme widerlegt, dafs diese Alge kein Spitzenwachsthum habe. Auch an Vaucheria beobachtete ich Aehnliches (a. a. O. sp. 90, Taf. II. Fig. 2).

Das gewöhnlich dünnere (Fig. 42) an der äufsersten Spitze endlich verzweigte und hier anderen, meistens organischen Körpern anhaftende Ende der Wurzelzelle (Fig. 43 und 44) läfst eine sehr bemerkenswerthe Selbstständigkeit in dem Wachsthume ihrer äufsersten Zellmembran erkennen, welche gleich der Cuticula des aufwärts wachsenden Stammtheiles den ganzen Wurzeltheil umschliefst. Es sendet diese Zellmembran unabhängig von der Membran der eingeschlossenen Zelle Aeste aus, welche sich stark, oft selbst schichtig verdicken (Fig. 45); ähnlich wie sich die Cuticula zuweilen an den Spitzen der Aeste derselben Pflanze, und häufig die Cuticula der phanerogamen Pflanzen oberhalb jeder Epidermialzelle, wie es scheint unabhängig von dem Inhalte der letzteren, knotig verdickt.

Ein gleiches selbstständiges Wachsthum wie die Cuticula, die nach Aufsen in Knoten, Falten und Aeste auswächst, zeigen die Membranen der Gliedzellen der *Cl. glomerata*, indem sie nach Innen Ringfalten bilden, die zuweilen grofse Aehnlichkeit mit den oben beschriebenen in Folge von Durchwachsung entstandenen Ringfalten (Fig. 38. 39) haben; dennoch durch die Anordnung ihrer parietalen Verlängerungen leicht von jenen gänzlich verschiedenen zu unterscheiden sind.

Die Entstehung dieser Falten (Fig. 40b) der Haut der secundären Zelle wurde sowohl als gleichzeitig mit der beginnenden Verdickung der Membranen der endogenen Gliedzellen, welche sich in der normalen Scheidewand mit einander berühren (Fig. 40a), beobachtet, als auch in solchen Zellen die nicht in Vermehrung begriffen waren.

Nachdem die Verdickung und die damit verbundene chemische Metamorphose der Zellmembran begonnen hat, ist nur noch ein Dickenwachsthum, keine Verlängerung mehr, an diesen Falten wahrzunehmen. Es ragen dieselben nicht selten so tief in die Zellhöhle hinein, dafs sie fast deren Mittellinie berühren, daher den zusammengeschnürten Inhalt derselben fast vollständig theilen; dennoch bleibt stets die noch vorhandene Verbindung der auf diese Weise gesonderten Zellräume unverändert.

Mit der Verdickung der Membranen zugleich scheint, so lange diese Faltenbildung stattfindet, eine Tendenz zur Ausdehnung diesen Zellen innezuwohnen, bei gleichzeitiger Stabilität des Volumens der Mutterzelle und der Hüllhaut, wodurch die sich ausdehnende Tochterzelle genöthigt ist als Falte in die Zellhöhle hineinzuwachsen, wie dies auch an den Scheidewänden mancher Spirogyren vorkommt.

Die Ursache der Entstehung dieser Falten der endogenen Zellen scheint demnach entgegengesetzter Natur von derjenigen, welche die Tochterzellen der Wurzelzelle (Fig. 32) von einander entfernt. Die Mutterzelle der Wurzelzelle entwickelt ihre Membran (*cuticula*), welche gleichsam die Function der Wurzelmütze der Gefäfspflanzen übernimmt*) überwiegend stärker als die eingeschlossenen Tochterzellen sich ausdehnen, während bei der in den Stamm- und den Astzellen vorkommenden Faltenbildung vorzugsweise die Häute der Tochterzellen sich vergröfsern und diese dadurch dann zu den Faltungen veranlafst werden, deren verschiedene Formen auch bei anderen Confervaceen vorkommen.

Die in der Entwickelung dieser Art von Falten begriffene Gliedzelle (Fig. 40b) läfst stets einen gewissen Druck auf die benachbarten Zellen erkennen, der darauf hindeutet, dafs sich ihrer Ausdehnung ein Hindernifs entgegenstelle.

Bei der normalen Scheidewandbildung (Fig. 40a) ist eine solche Spannung der sich theilenden Zelle nicht vorhanden.

Schon Mohl beobachtete diese Falten, die er sich durch eine Störung des Abschnürungsprozesses des Primordialschlauches bei fortdauernder Membranenbildung entstanden erklärte, und zwar sah Mohl dieselben an solchen Exemplaren der *Cl. glomerata*, die einige Zeit in frischem Wasser aufbewahrt waren.

Ich fand gleichfalls diese Falten häufig an cultivirten Exemplaren dieser Pflanze, habe jedoch über die eigentliche Ursache ihrer Entstehung keinen Aufschlufs erhalten. An einer seit einem Jahre in einem sehr kleinen, mit destillirtem Wasser gefüllten Gefäfse wachsenden *Cl. glomerata* kommen sowohl diese Falten als auch, und zwar häufiger, die normale Scheidewandbildung vor. An verschiedenen anderen Partien jedoch die ich gleichfalls lange, aber kürzere Zeit als jene und in Flufswasser cultivire, an Pflanzen die mit Desmidieen stark besetzt sind, kommt die normale Scheidewandbildung selten vor; dennoch vermehren sich die Gliedzellen dieser Pflanzen, sind aber von sehr verschiedener Länge.

Die Faltenbildung (Fig. 40b) kommt hier sehr reichlich und in allen Abstufungen vor, so dafs die Annahme nahe liegt, es seien diese einwärts wachsenden Falten die Anfänge der Scheidewände. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn wie schon bemerkt verändern sich die einmal gebildeten Falten nicht mehr.

---

*) In meiner Abhandlung über die Vegetationsorgane der Palmen 1847 habe ich das Wesen der bis dahin für abgerissene Rindenstückchen gehaltenen Wurzelmütze, so wie die Entwickelung und die Function ihrer Gewebe (pag. 64—77) erörtert und nachgewiesen, dafs dies Organ den Wurzeln aller Gefäfspflanzen eigenthümlich ist (pag. 113 und 118).

**) Vermischte Schriften pag. 369.

VI.

In manchen Entwickelungsstufen dieser gefalteten Cladophorazellen überzeugt man sich mittelst eines geringen Druckes auf die in der Faltung begriffenen Gliedzellen, z. B. während allmäliger Entziehung des Wassers sowie während plötzlichen Ersatzes des Entzogenen, dafs der an beiden Seiten der Falte befindliche Inhalt der Gliedzelle mit einander in directem Zusammenhange steht, so dafs er unter diesen Umständen von einer Seite zur anderen überfliefst, was bei der Entstehung einer wirklichen Scheidewand nicht der Fall ist.

Diese Erscheinung beweist, dafs nicht etwa eine wirkliche, vollständige, wenn auch noch zarte Scheidewand auf diese Falte aufgesetzt ist; weist aber auch darauf hin, dafs die Secretionszellen, welche gewöhnlich die Gliedzellen anfüllen (pag. 29) hier wahrscheinlich ihren Entwickelungscyclus schon beendeten und nur noch die letzten, höchst entwickelten Producte desselben in Form kleiner, sich in dem flüssigen Zellsafte frei bewegender Bläschen vorhanden waren, welche zur Ernährung neuer Gliedzellen bestimmt sind.

Beobachtet man solche mit Ringfalten (Fig. 40 b) versehenen Gliedzellen einige Zeit, so sieht man fortwährend, wenn auch sehr langsam, Aenderungen in der Lage der Secretionsbläschen vor sich gehen. Man bemerkt hie und dort in der Nähe der Ringfalten den scharfen Umrifs einer, wie es scheint, mit farbloser Flüssigkeit gefüllten Zelle unter den Secretionsstoffen, welche die Zelle anfüllen, hervortreten und sich der Mittellinie der Falte immer mehr nähern. Ein ähnlicher Vorgang findet häufig mehr oder minder gleichzeitig an der anderen Seite der Falte statt.

Endlich sieht man das vollständige etwas abgerundete Ende der Zelle frei von Chlorophyll neben der Falte; die Haut ist im Vergleich mit anderen jungen Zellen dick aber von gallertartigem Ansehen, während die daneben liegende dicke Faltenhaut fast einer verholzten Membran ähnlich ist.

Die beiden endogenen Zellen rücken endlich in der Mittellinie der Falte so eng an einander, dafs sie sich zu einer Querscheidewand an einander abplatten, welche für denjenigen der ihre Entwickelung nicht verfolgte, in ihrem Umkreise durch die Ringfalte auseinandergetrieben scheint.

In anderen Fällen entsteht nur an einer Seite der Falte eine Zelle und verlängert sich über jene hinweg bis zur nächsten Scheidewand.

Die Faltenhaut scheint während der ferneren Existenz der endogenen Zellen resorbirt zu werden, denn man findet sie dort wo diese schon dicke Häute habe, dünnwandiger als dort wo dieselben neu entstanden sind.

Diese Art der Scheidewandbildung durch ziemlich dickwandige in ihrem langsamen Wachsthume deutlich zu beobachtende endogene Zellen ist jedoch bei der *Cl. glomerata* der seltenere Vorgang. Ganz in der Regel wird man an dieser Pflanze erst durch die beginnende Verdickung auf eine schon vorhandene, völlig ausgebildete aber sehr zarte Scheidewand aufmerksam, weil bis dahin dieselbe wegen der grofsen Menge von Absonderungsstoffen, welche sie bedecken, nicht erkannt werden kann.

Bei der Erörterung des Baues der Vaucheria zeigte ich, dafs diese sogenannte

einzellige Pflanze aus einem zusammengesetzten Systeme endogener Zellen bestehe, deren innersten sich, bei gleichzeitiger Resorption der Mutterzellen mit ihrem Inhalt entwickeln und organisirte Absonderungsstoffe umschliefsen, dafs sich jedoch die Häute aller dieser Gliedzellen nicht verdicken, daher leicht übersehen werden können.

Bei der *C. glomerata*, deren endogene Zellen wir eben betrachteten, tritt nun eine Verdickung der ursprünglich sehr zarten Zellhäute bestimmter endogener Zellen regelmäfsig ein, aber erst dann, wenn dieselben ihre normale Gröfse erreicht haben und ihre sich berührenden, eine Querwand bildenden Wände, sich an einander abplatten, während gleichzeitig die in ihrer Nähe befindlichen Absonderungszellen resorbirt werden.

Die im letzten Abschnitte besprochenen seltner vorkommenden Entwickelungszustände scheinen mir auch den normalen Vorgang hinreichend zu erläutern, dessen eigentlicher Zusammenhang an den mit Chlorophyll und andern Absonderungsstoffen vollständig angefüllten Gliedzellen schwierig zu verfolgen ist.

In Fig. 46. ist eine der an Chlorophyll armen, mit den grofsen farblosen Zellen angefüllten Cladophora-Gliedzellen gezeichnet — wie sich dieselben bei der Cultur in reinem destillirtem Wasser bilden, besonders nach der Durchschneidung in kurze Stücken — nachdem eine sehr verdünnte Glycerinlösung kurze Zeit auf dieselbe gewirkt hatte, um die endogenen Zellen von der Haut der Mutterzelle zu entfernen. Die Häute dieser schon durch eine zarte Scheidewand getrennten Zellen waren nicht bemerkbar verdickt, durch die Wirkung der Exosmose, wurden sie contrahirt und auch in der Scheidewand (x) von einander getrennt, ohne eine Verdikkungsschicht zwischen sich zu lassen, wie dies auch beim Oedogonium beobachtet und pag. 17 beschrieben worden ist, im allgemeinen aber sehr selten vorzukommen scheint.

Hierdurch überzeugt man sich gleichfalls von dem wirklichen Vorhandensein freier Zellen und zwar von der Entstehung einer Scheidewand durch das Aneinanderlegen ihrer Häute schon vor einer bemerkbaren Verdickung derselben auch ohne eine Andeutung von Faltenbildung der Mutterzelle. Nägeli*) bemerkte dies schon, aber glaubte, dafs dennoch hineingewachsene Wände vorhanden seien, die wegen ihrer Schmächtigkeit, oder wegen ihres grofsen Wassergehaltes unsichtbar sein mögten.

Eine der beiden in Fig. 46. gezeichneten zartwandigen Tochterzellen ist bei q schon wieder durch eine erkennbare Scheidewand getheilt, die ganz ähnlich ist

*) Nägeli Pflanzenphysiolog. Untersuch. 1855. pag. 18. — Ebenda pag. 16 erklärt Nägeli den Prozefs der Zellentheilung folgendermafsen: „An einer ringförmigen Stelle scheidet der Schlauch“, (d. h. Primordialschlauch, den Nägeli bekanntlich für die erhärtete glatte Oberfläche der körnig-schleimigen Auskleidungssubstanz der Zelle hält a. a. O. pag. 14). „Cellulose aus. Indem diese Ausscheidung in der nämlichen Art fortdauert, bildet sich eine ringförmige Platte, welche immer tiefer hineinragt, und zuletzt nur noch eine durchbrochene Scheibe ist. Der Schlauch wird vermöge seiner Dehnbarkeit immer mehr eingefaltet und zerfällt zuletzt in zwei Hälften, von denen jede ein vollständiger Schlauch ist. Dieser Vorgang erlaubt eine ganz mechanische Vorstellung: wenn die Einschnürung bis auf das Centrum fortgeschritten ist, so verwandelt sich der Canal des Schlauches zuerst durch Zusammenfliefsen in einen soliden Strang. Derselbe verschmälert sich durch das Wachsthum der Cellulosescheibe noch fortwährend, bis er entzwei reifst. Ganz auf gleiche Weise zerfallen die Schläuche von langgestreckten Zellen bei Einwirkung von Zuckerlösung in zwei oder mehrere geschlossene Schläuche. Nur ist es hier nicht der Druck einer Cellulosewand, sondern einer Flüssigkeit, welche die Theilung vollbringt.“

der in ihrem Entstehen beobachteten und pag. 12 beschriebenen Fig. 21—29. gezeichneten Querwand des Oedogonium. Diese zarte Scheidewand würde, wenn die innere Wandung ihrer Mutterzelle, wie gewöhnlich mit Secretionszellen bedeckt gewesen wäre, vor der Resorption derselben und ihrer später erfolgenden Verdickung nicht zu erkennen gewesen sein. In diesem Falle machte es das weniger nahe Beisammenliegen der Absonderungsstoffe dieser, in Folge der Verletzung benachbarter Zellen, rasch ausgedehnten jungen Gliedzelle möglich.

Die beim Durchschneiden einer Gliedzelle der *C. glomerata* hervortretenden Zellen, machen es gleichfalls schon höchst wahrscheinlich, dafs diese Scheidewände auf gleiche Weise wie es bei den eben beschriebenen Ringfalten und beim Oedogonium zu beobachten ist, durch das Aneinanderlegen endogener Zellen entstehen und dafs die Scheidewand, welche durch die dichte Chlorophyllmasse von der Peripherie nach der Mittellinie der Gliedzelle hin, nach und nach sichtbar wird, nicht dann erst entsteht, sondern dafs das Sichtbarwerden derselben nur das Verdicktwerden der zu der Scheidewand aneinander abgeplatteten Zellhäute andeutet, wie auch dies beim Oedogonium vollständig beobachtet wurde.

An dem Oedogonium erkennt man mit grofser Deutlichkeit, dafs die Resorption der Absonderungsstoffe, welche die in Vermehrung begriffene Zelle enthält, erst nach der Vergröfserung der endogenen Tochterzellen und nach der dadurch erfolgten Scheidewandbildung vor sich geht.

Hier bei der *C. glomerata* ist bei der regelmäfsigen Scheidewandbildung (Fig. 40*a*), die gröfste Menge der Absonderungsstoffe, welche sich aufserhalb der beiden sich vergröfsernden neuen Gliedzellen befinden dann schon mehr oder minder vollständig resorbirt, wenn diese endogenen Zellen so weit herangewachsen sind, dafs sie die neue Scheidewand durch ihre Berührung bilden; und zwar sind es die Stickstoffverbindungen, welche zuerst verflüssigt werden.

Der Resorption der in der Mutterzelle enthaltenen Absonderungsstoffe entspricht eine Neubildung derselben im Innern der jungen Gliedzellen; daher bei dem Oedogonium diese Neubildung erst nach Vollendung der Scheidewand, bei der Cladophora dagegen gleichzeitig (pag. 36) oder schon vor derselben stattfindet.

Läfst man auf eine *C. glomerata* einige Zeit Schwefelsäure oder Lösungen von Chlorzink oder Chlorcalcium einwirken, so tritt nach Hinzufügung von Jodlösung zwischen den primären und secundären Zellen, eine trübe, schleimige violett gefärbte Schicht wie fein vertheiltes Jodamylum hervor, an die beim Oedogonium zuweilen schon durch unmittelbaren Zusatz von Jodlösung wahrzunehmende Schicht (pag. 16), am gleichen Orte erinnernd. Ob dieser Stoff der Rest von Absonderungsstoffen ist wie beim Oedogonium, oder ob anderen bei Spirogyra zu erörternden Verhältnissen analog, dies wird durch fortgesetzte Versuche entschieden werden müssen.

Schon die Untersuchung der Vaucheria hatte mir bewiesen, dafs die zum Ast sich entwickelnde Zelle schon innerhalb der Stammzelle vorgebildet sei, und nur über die Oberfläche derselben gleichzeitig mit der zu einem Aste auswachsenden Hüllhaut hervortrete. Dasselbe beobachtet man in gewissen Entwickelungszuständen auch an der *C. glomerata*. Die durch Vergröfserung zweier endogener Zellen entstehende Scheidewand, wird nicht vollendet und es verdickt sich dieselbe nicht

bevor nicht die eine der beiden Zellen, mehr oder minder vollständig aus dem cylindrischen Raume der Mutterzelle, hinaus in Form eines Astes hervorgewachsen ist; man könnte glauben hinausgedrängt durch die sich gleichzeitig vorwiegend vergröfsernde Schwesterzelle. Nicht immer jedoch wird dieser regelmäfsige Gang der Astbildung vollständig ausgeführt; häufig bleibt das untere Ende der Astzelle innerhalb der Mutterzelle und bildet mit der Schwesterzelle eine in schiefer oder horizontaler Lage sich verdickende Scheidewand.

Die äufserlich sichtbaren Erscheinungen, welche die Vorgänge der normalen Scheidewandbildung der *C. glomerata* begleiten, können wohl verleiten die Erklärung welche Mohl über dieselben gegeben, für naturgemäfs zu halten.

Hat man sich jedoch überzeugt, dafs in den Gliedzellen der *C. glomerata* unter der oberflächlichen Schicht von Absonderungszellen meistens ein vollständiges Gewebe endogener Zellensysteme verborgen ist, — welches Gewebe freilich nicht wie das Zellgewebe der höher organisirten Pflanzen durch Zwischenzellsubstanz, wenigstens nicht durch eine im Wasser unlösliche Zwischenzellsubstanz zusammenhängt, nicht aus dauernden Gewebezellen, sondern fast nur aus vergänglichen Secretionszellen besteht; — hat man aus dem durchschnittenen Confervengliede grofse mit Zellen angefüllte Mutterzellen, fast von der Gröfse einer halben Gliedzelle hervorquellen sehen, hat man sich ferner überzeugt, dafs die durch das Aneinanderlegen dieser endogenen Zelle entstehende horizontale, flache Scheidewand, schon in der noch nicht verdickten secundären Zelle fertig gebildet vorkommt (Fig. 46*q*.), und hat man diese Scheidewand durch endosmotische Flüssigkeiten, in gewissen Fällen trennen und als aus Theilen zweier benachbarter Zellen zusammengesetzt erkennen können (Fig. 46*x*.); hat man ferner auch in der *C. glomerata* ausnahmsweise normal gebildete Scheidewände, durch das Aneinanderlegen zweier ursprünglich getrennter (pag. 33 Fig. 32) selbst zu verschiedenen Generationen gehörende Zellen entstehen sehen (pag. 33): so wird man sich aufgefordert fühlen, auch den normalen Prozefs der Scheidewandbildung dieser Pflanze noch einmal einer Prüfung zu unterwerfen, um zu versuchen, denselben auf das allgemein gültige Gesetz der Zellenbildung zurückzuführen.

Die Fig. 40. stellt bei *a* die von Mohl, zuerst gesehene und gründlich beschriebene Erscheinung dar, die von ihm und seinen Nachfolgern als Faltung der Wandungen der dadurch sich vermehrenden Gliedzellen der *C. glomerata* betrachtet, und als der Typus der „Zellenbildung durch Theilung“ angesehen wird.

Mohl*) nahm an, dafs die innere Oberfläche der secundären Zelle (Primordialschlauch) mit körnig-schleimigem Protoplasma, die Chlorophyllschicht belegt sei, welches zurückweiche, während gleichzeitig oder fast gleichzeitig jene aus dem Primordialschlauch und der jüngsten Verdickungsschicht bestehende Wandfalte in die Höhlung der Zelle hineinwachse, und sich in deren Mittellinie vereinige.

Zwischen der secundären Zelle und der Chlorophyllschicht, sammelt sich während dieses Vorganges eine farblose schleimige Flüssigkeit an, die Dippel**) für Plasma hält, welches an dieser Stelle durch lebhafte Neubildung entstehe, und indem

*) Vermischte Schriften 1845. pag. 623. Veget. Zell. 1851. pag. 212. Bot. Zeit. 1855. Sp. 689.

**) Vegetabilische Zellenbildung 1858 pag. 32.

es sich anhäuft, den grünen Inhalt nach Innen dränge. Nicht selten sieht man im Anfang des Auftretens dieses Plasma keine Spur der Scheidewand die etwas später, von der Peripherie beginnend, zur Erscheinung kommt, gleichsam herauskrystallisirt, wie es beschrieben wird. Dafs aber dennoch hier schon, in dem schleimigen Plasma verborgen, die zarten Häute der Tochterzellen vorhanden sein können, davon überführt die oben (pag. 30 *) mitgetheilte Wirkung der Tanninlösung auf den schleimigen Inhalt der Mougeotienzellen.

Gleichzeitig mit dem ersten Sichtbarwerden der Querscheidewand, zuweilen vorher, findet ein Zurückweichen der Chlorophyllmasse nach der Mittellinie der Zelle hin statt, es scheint als werde ringsum der grüne Inhalt durch das farblose Plasma und die schmale Platte jederseits weithin von den benachbarten Wandungen der Gliedzelle abgelöst und nach deren Mittellinie zurückgedrängt; nicht durchschnitten, sondern fürs erste eingeschnürt (Fig. 40).

Aber nur scheinbar findet hier eine Einschnürung, ein Zurückdrängen der Chlorophyllmasse statt, denn eine genauere Prüfung dieses Zustandes zeigt dafs die Bläschen, welche die Chlorophyllschicht bilden, nicht wirklich zurückweichen, sondern an dem Orte wo sie sich befinden farblos werden, während die benachbarte Scheidewand schärfer hervortritt. Zuweilen verweilt in der farblos gewordenen Masse eins der grünen Bläschen etwas länger und man beobachtet dann deutlich, wie es nach und nach farblos wird.

Die Lagerung der länglichen Amylum- und Chlorophyllbläschen in der sogenannten Einschnürung. Fig. 40a ist oft täuschend ähnlich derjenigen die diese Bläschen an der Wandung eines continuirlichen an dieser Stelle eingeschnürten Rohres einnehmen würden, besonders in den letzten Stadien der Verdickung der Scheidewand, wo sie sich rechtwinklig auf dieselbe stellen, doch sieht man zugleich, besonders in weiten Zellen, dafs auch hier im Centrum derselben sich eine nach der in Veränderung begriffenen Scheidewand hin verlängernde lichtere Höhlung befindet, ein cylindrischer Körper, eine Zelle, die auf die Lagerung des Chlorophylls während der Resorption ihren Einflufs ausübt.

Uebrigens ist diese Lagerung der Secretionsbläschen sehr grofsen Variationen unterworfen; sehr häufig sieht man sie, wie eben beschrieben und Fig. 40a gezeichnet; oft erkennt man in diesem Stadium schon kein Chlorophyllbläschen aufserhalb der endogenen, in Vergröfserung begriffenen Zelle. Aber auch fast ebenso häufig finden sich die Secretionsbläschen noch deutlich in Menge aufserhalb der in ihrer Entwickelung zurückgebliebenen centralen Zelle, und nicht selten so zerstreut und unregelmäfsig gelagert mit den schon entfärbten und aufgequollenen Bläschen sich mischend, dafs man sich auf den ersten Blick davon überzeugt, dafs sie nicht von einer besonderen Haut eingeschlossen sind.

Es scheint als dienen die in der Resorption begriffenen Absonderungsstoffe der Chlorophyllschicht einerseits zur Verdickung, andererseits zur Vergröfserung der benachbarten Zellwände (pag. 38).

Die Natur der im Innern wahrscheinlich vorhandenen und gleichzeitig mit der verdickenden Scheidewand sich vergröfsernden Zelle ist nicht erkannt worden.

Zustände wie die Fig. 46q gezeichneten machen es wahrscheinlich, dafs sich

schon jetzt das nächst jüngere Paar von Gliedzellen entfaltet und sich in den Raum der zur Erscheinung kommenden Gliedzelle theilt, von deren Wandungen sie nur noch durch eine geringe Menge von Chlorophyll- und Amylumbläschen getrennt sind, welche dann nach und nach verflüssigt werden.

In der nicht verdickten Scheidewand selbst, kann man mit den bis jetzt angewendeten Hülfsmitteln, auch falls sie einmal wie in dem Fig. 46q gezeichneten Falle in diesem Zustande sichtbar ist, nur höchst selten die zwei Zellhäute nachweisen, aus denen sie entstand (Fig. 46x). Noch weniger konnte durch die Beobachtung entschieden werden, ob die Haut jeder dieser Zellen schon in diesem Entwickelungszustande zwei ineinander geschachtelten Zellen angehört.

Diejenigen Scheidewände dagegen, in denen die Verdickung begonnen hat, lassen sich, so weit diese vorgeschritten ist, durch endosmotische Flüssigkeiten sowie durch Lösungsmittel der kürzlich verdickten Membran, in die verschiedenen Zellhäute zerlegen aus denen sie zusammengesetzt sind.

Vorübergehende endosmotische Erscheinungen werden an vielen Conferven-zellen selbst schon durch die Einwirkung verschiedener Arten von gewöhnlichen natürlichen Wässern, von Brunnen-, Flufs- und Regenwasser hervorgebracht; ebenso zuweilen schon durch reines destillirtes Wasser an Pflanzen, die bisher in anderem Wasser wuchsen. Heftiger wirken kohlensaures und andere Mineralwässer.

Die Wirkung von concentrirtem kohlensaurem Wasser auf manche Confervaceen, z. B. auf Spirogyra, ist eine mehrfache, da aufser der Diosmose auch eine Veränderung in der Constitution der Zellhäute erfolgt, indem es an dieser Pflanze ein Aufquellen der jungen und ein Verholzen der älteren Zellmembranen veranlafst.

Die kräftiger wirkenden endosmotischen Flüssigkeiten, die Lösungen von Salzen, Säuren, Zucker, Alkohol u. s. w., welche die verschiedenen nebeneinander liegenden Häute der ineinander geschachtelten Zellen von einander trennen, haben neben der endosmotischen auch eine exosmotische Wirkung.

Daher trennen sich die Membranen der secundären Zellen in Folge der Einwirkung dieser Mittel von den primären Zellen, denen sie bisher eng anlagen und werden contrahirt; und zwar lösen sie sich ringsum von der äufseren Membran los, nur dort trennen sich diese Häute der beiden Zellen nicht vollständig von einander, wo eine Wandung erst in der chemischen Veränderung begriffen, diese jedoch noch nicht beendet ist. In diesem Falle bleiben die Membranen dort an einander haften, wo die Verdickung der sich berührenden primären Zellwände noch nicht stattgefunden hat. In den Querwänden, in denen die Verholzung von dem Umkreise nach dem Mittelpunkte hin vorschreitet demnach in dem mittleren Theile. Die jungen Gliedzellen bleiben hier dann eng aneinander kleben, anscheinend eingeklemmt in die mittlere Oeffnung der hier durchbrochenen scheibenförmigen Querwand; wie es Fig. 67 von einer Spiragyra gezeichnet wurde.

Diese Erscheinung diente vorzüglich dazu die Ansicht zu unterstützen, dafs die beiden benachbarten Tochterzellen nur eine einzige Zelle seien, die erst durch den verdickten Theil der Scheidewand durchschnitten werde.

An dem Oedogonium kann man sich durch directe Beobachtung davon überzeugen, dafs ungeachtet dieses Verhaltens gegen Reagentien, welches auch hier als

Argument für die Abschnürungstheorie benutzt wurde (pag. 13) eine vollständige, wenn auch noch äufserst zarte Scheidewand vorhanden ist.

Noch gröfser wird die Täuschung, wenn in diesem Zustande (Fig. 67) ein einseitig wirkender Druck auf die junge Scheidewand ausgeübt wird — sei es durch einseitige Einwirkung endosmotischer Flüssigkeiten oder durch Veränderung der Spannung vermittelst Durchschneidung einer von der Scheidewand nicht sehr entfernten Zelle — und darauf Reagentien angewendet werden, welche die in Veränderung ihrer chemischen Constitution begriffene Zellhaut auflöst.

Dafs viele neugebildete oder in der Entwickelung begriffene Zellmembranen schon in Wasser und leichter noch in Essigsäure löslich sind, deutete ich schon in meiner oben erwähnten Abhandlung über *Conferva fontinalis* L. an. Die in Verdickung begriffene Zellmembran, welche die Mittelschicht der Scheidewand einnimmt, wird aufser durch Essigsäure auch durch Ammoniak und Jod gelöst.

Das Ammoniak wirkt von den genannten Lösungsmitteln der neu verdickten Zellhaut, wie es scheint, am schwächsten; vielleicht tritt auch deshalb diese Wirkung nicht so hervor, weil es sich zu dem Inhalte der secundären Tochterzellen nicht exosmotisch, sondern endosmotisch verhält. Man erkennt indessen nach der Einwirkung des Ammoniaks auf die in der Verholzung begriffene, scheinbar noch einfache Scheidewand deutlich die Grenze der beiden diese bildenden Tochterzellen, d. h. man erkennt, dafs sie aus zwei Lamellen besteht. Jod wirkt, wenn es in concentrirter Lösung angewendet wird, kräftiger lösend auf die kürzlich verdickte primäre Zellhaut und, wenn verdünnt, zugleich exosmotisch auf den Inhalt der secundären Zelle.

Läfst man auf halb verholzte Scheidewände, deren verschiedene sie zusammensetzende Zellhäute durch diosmotische Flüssigkeiten möglichst von einander getrennt wurden, diese Lösungsmittel einige Zeit einwirken, so sieht man die neu verholzte, freigelegte Scheidewand von der centralen Seite corrodirt und endlich mehr oder minder gelöst werden, während die beiden contrahirten und aneinander klebenden Tochterzellen frei in der Höhle ihrer Mutterzelle schwimmen. Zustände wie Fig. 67, von einer mit Glycerin- und darauf mit Jodlösung behandelten Spirogyra darstellt, dürfen deshalb nur mit Vorsicht zur Beurtheilung der Art und Weise des Entstehens der Scheidewände benutzt werden.

Selten ereignet es sich bei diesem Versuche, dafs, wie in dieser Fig. 67 gezeichnet, die eine junge Gliedzelle, welche an einem Ende mit der benachbarten, von ihrer Mutterzelle gleichfalls ringsum abgetrennten Schwesterzelle in der Mittellinie noch etwas zusammenhängt, sich auch von dem gegenüberliegenden Ende ihrer Mutterzelle nicht trennt, wodurch eine Spannung der jungen Zelle ihrem Längendurchmesser entsprechend ausgeführt wird, die sich auf die gegenüberliegenden Querwände überträgt und sich vorzüglich auf die zarte, im Verholzen begriffene junge Wand äufsert. Diese wird dadurch in den Raum der gespannten Zelle etwas hineingezogen, bis sie an ihrer Verbindungsstelle mit derselben ringsum einreifst, worauf sie dann wieder ihre flache Form annimmt und die zweite Tochterzelle durch die so entstandene kreisförmige centrale Oeffnung der jungen Scheidewand hindurch in die benachbarte Zellhöhle hineingezogen wird.

Zuweilen ist der verholzte Theil der Scheidewand so zart, dafs er nach der Einwirkung von Glycerinlösung nur als ein sehr zarter Ringfaden an der innern

Oberfläche der Mutterzelle sichtbar ist und man glauben könnte, die beiden zusammenhängenden contrahirten secundären Tochterzellen schwämmen frei in der Mittellinie ihrer Mutterzelle. Nach Hinzufügung einer verdünnten wäfsrigen Jodlösung, welche begierig von dem flüssigen Inhalte der primären Zellen aufgenommen wird, erkennt man an den dadurch hervorgebrachten Bewegungen der zusammenhängenden contrahirten Tochterzellen, dafs sie nicht frei schwimmen, sondern in der Mittellinie durch die bis dahin fadenförmig erscheinende Querwand befestigt sind, welche in der, jetzt durch die Jodlösung etwas getrübten Zellflüssigkeit, als höchst dünne helle Platte erscheint, und geringe Ortsveränderungen zeigt, die mit den Bewegungen der Tochterzellen correspondiren.

Die eingeschnürt erscheinende Verbindungsstelle der beiden zusammenklebenden Tochterzellen ist nicht selten farblos, dennoch ist es nicht möglich mit Sicherheit zu entscheiden, ob wie es bei Veränderung der Focaldistanz scheint, und wie es meiner Ansicht über die Entstehung der Scheidewand entspräche, die ringsum abgerissene verdickte Scheidewand sich als zarte (wenngleich vierfache oder jedenfalls wenigstens doppelte) Haut durch dies Verbindungsstück hindurch fortsetzt oder ob eine Flüssigkeit die Trennungsschicht der in den beiden Tochterzellen enthaltenen gefärbten Absonderungsstoffe ist.

In den meisten Fällen ist auch dies Verbindungsglied durch den gefärbten Inhalt verdeckt, welcher durch die contrahirten Membranen der secundären Zellen in die Mittellinie gepreſst wird, in diesem Falle stellt sich die Narbe der ringsum abgerissenen Querwand noch täuschender als Einschnitt dieser Platte in die Chlorophyllmasse dar.

Ganz verschieden fallen die Erscheinungen an Zellen, deren neue Scheidewand im Verholzen begriffen ist, dann aus, wenn etwas stärker diosmotisch wirkende Reagentien mit ihnen in Berührung kommen. In diesem Falle wird häufig eine der beiden jungen Gliedzellen stärker contrahirt wie die benachbarte; die zwischen beiden befindliche zarte Scheidewand, die gewöhnlich im jüngsten nicht verdickten Zustande in die obere Zelle mit convexer Fläche hineinragt (Fig. 42a) dehnt sich in diesem Falle noch stärker; die ihr benachbarten Secretionsbläschen rücken gleichfalls langsam in die weniger gespannte Zelle hinein, bis endlich die Scheidewand dem stets zunehmenden Drucke nicht zu widerstehen vermag, vielmehr zerreifst und nun plötzlich die Chlorophyll- und Amylumbläschen aus ihrer Zellhöhle meistens ruckweise in die benachbarte sich hineindrängen. Diese Erscheinungen beobachtet man bequem in der Nähe durchschnittener Gliedzellen (pag. 33.).

Auch diese Bewegung der Chlorophyll- und Amylumbläschen von der einen Seite der Scheidewandebene nach der anderen, in der sich ausdehnenden Zelle, welche besonders nach dem Platzen der Scheidewand längere Zeit beobachtet wird, kann denjenigen, der auf die bedeutende Dehnbarkeit der nicht verdickten Zellwand nicht vorbereitet ist und der das etwa endlich stattgehabte Bersten der jungen Querscheidewand nicht wahrgenommen hat, irreleiten zu glauben, es bestehe keine Scheidewand zwischen den beiden eng aneinander liegenden contrahirten Tochterzellen.

Hat man indessen die, nach einiger Dauer der Spannung, plötzlich stärker eintretende und dann wieder verlangsamende Bewegung der Chlorophyllbläschen etc. gesehen, die bei unveränderter Wirkung der Diosmose kaum einen anderen Grund

haben kann, als eine plötzliche Beseitigung eines bis dahin vorhandenen Hindernisses, so hat man dadurch einen neuen Beweis von dem Vorhandensein einer an dem bezeichneten Orte von den Secretionsbläschen verdeckten Scheidewand.

Läfst man auf eine in der Verdickung begriffene Scheidewand (Fig. 40a) die oben genannten Lösungsmittel einer in der chemischen Metamorphose behufs der Verholzung begriffenen Zellmembran wirken und veranlafst darauf eine stärkere Contraction der einen von beiden benachbarten, aneinander klebenden Tochterzellen mit Hülfe exosmotischer Flüssigkeiten, so zerreifst der centrale, noch nicht verdickte Theil der Scheidewand, während die peripherischen Wandungen der beiden aneinander haftenden Schwesterzellen im Zusammenhange bleiben, wie dies schon von Mohl beobachtet (Verm. Schriften XIII. 8. 9) aber anders gedeutet wurde.

Uebrigens sind die chemischen und physikalischen Wirkungen der genannten und häufig in Anwendung gebrachten Reagentien auf die Pflanzensubstanz noch lange nicht gründlich genug studirt, um allein aus den Veränderungen, welche sie auf das Pflanzengewebe hervorbringen, mit einiger Sicherheit auf dessen Bau schliefsen zu können. Und besonders deshalb ist die Kenntnifs der Wirkungsweise dieser Reagentien auf die Häute der assimilirenden Zelle noch sehr unvollständig, weil in jedem neuen Entwickelungsstadium der in steter Veränderung begriffenen Zelle diese Wirkung eine andere ist.

Die genaue Kenntnifs der anatomischen Veränderungen, welche die sich entwickelnde Zelle durchläuft, mufs durchaus jenem Studium vorher oder wenigstens mit demselben Hand in Hand gehen; dessen Ergebnisse sind daher jetzt noch für die Erkennung anatomischer Verhältnisse von untergeordnetem Werthe.

Das für die richtige Erkennung der eigentlichen Natur der Scheidewand so störende Aneinanderhaften der Zellenhäute, welche in derselben neben einander liegen (pag. 17), zeigt sich in gewissen Verhältnissen noch unerklärlicher an völlig entwickelten Zellen. An letzteren trennt sich gewöhnlich mit grofser Leichtigkeit in Folge der Einwirkung diosmotischer Flüssigkeiten die noch zarte Tochterzelle von ihrer Mutterzelle. Läfst man jedoch eine *C. glomerata* einige Zeit in einer verdünnten wäfsrigen Tannin- oder Ammoniaklösung liegen und bringt dann eine wäfsrige Jodlösung mit derselben in Berührung, so lösen sich nicht nur die Häute der secundären Zellen von denen der primären, sondern auch diese wieder zum Theil von ihren Mutterzellen, und die Hüllhaut von den eingeschlossenen Gliedzellen, auch über die äufserste Spitze, im Zusammenhange (Fig. 41). Ueberdies zeigen alle verdickten Häute sehr deutlich die an der lebenden Pflanze nicht oder sehr unvollkommen wahrnehmbaren Verdickungsschichten; vorzüglich nach der Durchdringung mit einer Lösung arabischen Gummis. Die zarten Häute der secundären Zellen lösen sich jedoch nicht an beiden Enden, wie im normalen Falle, von der primären Zelle, sondern bleiben derselben hier, wie Fig. 47 darstellt, anhaften und da sie exosmotisch contrahirt wird, so zieht sie die locker in ihrer Mutterzelle liegende primäre Haut an beiden Enden nach sich, wodurch sich dann die Flächen, welche die Scheidewand bildeten, im Grunde der zurückgezogenen Schlauchenden befinden.

Es zeigt demnach auch dies Verhältnifs, dafs wir deshalb weil wir die beiden Zellen, welche eine neue Scheidewand bilden, in der Regel nicht in derselben vor ihrer Verdickung nachweisen können, keine Ursache haben, das Vorhandensein

dieser, durch andere Verhältnisse daselbst mit Recht vermutheten Zellhäute zu bezweifeln.

Auch weist dieses stärkere Aneinanderhaften der beiden Zellhäute an ihren Enden auf eine ungleichartige chemische Constitution derselben in ihren verschiedenen Regionen hin, was ja auch bei einigen Zellenarten der zusammengesetzten Gewebe höher organisirter Pflanzen stattfindet.

Aus allen den eben erörterten Thatsachen geht unzweifelhaft hervor, dafs die Falten der Gliedzellen der *C. glomerata*, so weit sie mit Sicherheit als solche zu erkennen sind nicht die Bestimmung haben, eine Vermehrung der Zellen durch Theilung zu bewirken, überhaupt keinen nachweisbaren directen Einfluſs auf die Zellenvermehrung ausüben.

Dagegen ist es bei der Cladophora gleichfalls in gewissen Fällen mit Sicherheit erkannt, dafs die Scheidewände durch das Wachsthum und das Aneinanderlegen der Häute ursprünglich freier endogener Zellen entstehen und aus diesem Grunde ist es wohl nicht ungerechtfertigt, auch den wegen eigenthümlicher Complicationen in der Regel nicht mit derselben Schärfe zu erkennenden Vorgang der normalen Scheidewandbildung dieser Pflanze, nach Analogie der übrigen zu erklären.

VII.

Kaum giebt es ein vegetabilisches Gewebe, dessen Entwickelung vielfältiger untersucht worden ist, als der Blumenstaub.

Ad. Brongniart*) bemerkte zuerst, dafs in einer Reihe von Zellen in den Staubbeuteln der Cobaea die Pollenzellen zu je vieren entständen.

Mirbel**) verfolgte die Entwickelung des Pollens von Cucurbita mehr ins Einzelne. Er fand, dafs der körnige Inhalt der Pollenmutterzelle durch Leisten der Zellwandung, welche bis zum Mittelpunkte der Zelle hineinwachsen, in vier Portionen getheilt werde, und dafs die Oberfläche jedes dieser Portionen dann zu einer anfangs glatten Haut erhärte, innerhalb welcher sich darauf eine zweite Membran bilde.

Die in ihrem Bau sehr ähnlichen Sporen, wurden in demselben Jahre von Mohl in ihrer Entwickelung untersucht. Die erste Andeutung der Sporen von Riccia und Anthoceros sah Mohl ***) unter der Form von vier kleinen Anhäufungen von Körnchen, deren jede sich mit einer zarten Haut umkleidet. Diese vier in jeder Zelle enthaltenen Massen erhalten durch gegenseitigen Druck eine dreiseitige stumpf pyramidale Form, während die vierte, an der Zellwandung anliegende Seite nach dieser eine convexe Biegung annimmt. —

Nachdem später Nägeli†) die Schleiden'sche Lehre über Zellenbildung an

---

*) *Annales des scienc. nat.* 1827. *Generation et Develop. de l'Embryon* 1827.

**) *Recherches sur la Marchantia* 1833.

***) Entw. und Bau der Sporen der krypt. Gew. Flora. 1833.

†) Zur Entwickelungsgeschichte des Pollens 1842.

der Entwickelung der Pollenzelle geprüft und erweitert; Unger *) seine Beobachtungen über die Bildung der Pollenzellen veröffentlicht, glaubte sich Mohl in Folge seiner wiederholten Untersuchungen über Zellenbildung **) genöthigt, für die Entwickelung der Sporen und Pollenzellen mit Mirbel und Unger annehmen zu müssen, dafs sich bei ihnen die Theilung der Zellen durch Abschnürung mit der freien Zellenbildung vereinige ***).

In meiner Untersuchung über die organische Zelle, hatte ich die Entwickelung der Pollenzelle von Pflanzen verschiedener Familien eingeschlossen, deren Resultate in so fern von allen diesen abweicht als ich fand, dafs die aus einem zusammengesetzten Systeme endogener Zellen bestehende Pollenzelle, frei in dem Zellsafte der Pollenmutterzelle entstehe, dafs die Membranen, der in den Pollenmutterzellen mehrzählig enthaltenen Zellkerne und Kernkörperchen, selbst sich zu den Häuten der Pollenzelle ausdehnen, während in ihnen ein neues sich zum Zellkern vergrößerndes Bläschen bilde, in welchem dann wieder das Kernkörperchen als mikroskopisch kleines Bläschen auftrete; dafs demnach die Entstehung des Kernkörperchens nicht der Bildung der Haut des Zellkernes vorausgehe, ebensowenig als die Entstehung der Pollenzellen von der vorgängigen Bildung eines Zellkernes abhängig sei.

Allerdings war ich damals nicht gefafst auf die vielerlei Bedenken und Widersprüche, welche diese Angaben zu erfahren hatten; daher die kurze Darstellung und die Einfachheit der zur Erläuterung derselben dienenden Zeichnungen †), welche nicht genügten, allen jenen Einwendungen zu begegnen.

Und auch jetzt noch ist es in der That sehr schwierig, aus der Entwickelungsgeschichte des Pollens, das Gesetz der Zellenbildung abzuleiten, da diese Zellen, während ihrer Entwickelung, mehr als andere mit trüben undurchsichtigen Stoffen angefüllt sind und man dieselben nicht direct in ihrem Wachsthume beobachten kann, sondern durch Vergleichung vieler Objecte die Entwickelungsfolge derselben erschliefsen mufs. Aus diesen Gründen ist der Beobachter Irrthümern hier noch mehr ausgesetzt, als bei den einfachen Zellenpflanzen.

Dennoch scheint es mir nicht passend, diesen vielbesprochenen und noch immer nicht völlig aufgeklärten Gegenstand zu übergehen, vielmehr will ich versuchen, an dem meiner Meinung nach schwierigsten Objecte, welches am täuschendsten die Erscheinung der Faltenbildung und Abschnürung darstellt, nachzuweisen, dafs auch die hier obwaltenden Vorgänge sich nach dem allgemeinen Gesetze der freien Zellenbildung erklären lassen. Ich meine diejenigen Dicotyledonen-Pollenzellen, deren primäre Zellen (Nägeli's Specialmutterzellen) ebenso wie die Membranen ihrer Mutterzellen, während der ersten Entwickelung der secundären und späteren Generationen der eigentlichen Pollenzelle sich stark, oft schichtig, verdicken.

Als das bekannteste Beispiel nehme ich von diesen die *Althaea rosaea*, deren in kräftiger Entwickelung begriffene Juniknospen, vor dem Aufblühen der ersten Blumen mir das beste Material lieferten; die späteren langsam vegetirenden vielleicht

*) Ueber merismatische Zellenbildung bei der Entw. des Pollens 1844.

**) Entwickelung der Spor. von Anthoceros. Linnaea 1839. pag. 273.

***) Vegetab. Zelle 1851. pag. 220.

†) *De cella vitali* 1843. *pag.* 37. *tab. I. a—i.*

kaum noch zu vollständiger Entwickelung gelangenden Blumenknospen, sind für diese Untersuchung nicht geeignet. Auch müssen die Knospen, von der Pflanze genommen, sogleich untersucht werden.

Die auf Tafel I. gegebenen Zeichnungen, mögen dazu dienen, mich kürzer aussprechen zu können und meine Worte zu veranschaulichen.

Die Fig. 13. stellt die acht grofsen dickwandigen Zellen dar, welche die Mittellinie jedes der beiden Fächer des jungen Staubbeutels der *A. rosea* ausfüllen. Die Höhlung jeder dieser aus einer doppelten Membran bestehenden grofsen Zellen war mit körnig-schleimiger Flüssigkeit angefüllt, welche einen kleinen, ein Kernkörperchen enthaltenden Zellkern, durchschimmern läfst. (Die beiden obersten Zellen waren durch die Präparation entleert). Um diesen centralen Zellkern erkennt man in einem gewissen Entwickelungszustande vier, seltener zwei kugelförmige, helle Räume in mehr oder minderer Gröfse (13*x*). Hie und dort sieht man auch in diesen Hohlräumen schon ein sie als Zellen characterisirendes centrales Bläschen.

In dem Zustande, in welchem diese endogenen Zellen, durch das trübe körnige Plasma noch nicht hindurchschimmern, kann man sie nicht selten, während der allmäligen Einwirkung von Wasser auf ihre Mutterzellen erkennen, besonders wenn letztere noch mit einander wie in Fig. 13. in ihrer gemeinschaftlichen Mutterzelle eingeschlossen sind, und zwar besteht diese Wirkung des Wassers nicht sowohl in einem Auflösen des Plasma, als vielmehr in einem Ausdehnen der Membranen der eingeschlossenen Zellen, wodurch dann der Gegensatz ihrer gleichfalls mit schleimiger trüber Flüssigkeit erfüllten Höhlungen, zu dem sie umgebenden körnigen Plasma schärfer hervortritt.

Nachdem man diese cambiale Zellenmasse einige Zeit unter Wasser beobachtete und die Höhlungen in den Mutterzellen immer deutlicher hat hervortreten sehen, verschwinden sie plötzlich; gewöhnlich alle vier gleichzeitig, selten die eine oder die andere später, nachdem diese noch an Deutlichkeit zugenommen hatten. Augenscheinlich hatte die Spannung der endosmotisch ausgedehnten Zellhäute den höchsten Grad erreicht, sie platzten und entschwanden dem Auge, während ihr Inhalt sich mit demjenigen ihrer Mutterzelle vermischte.

Dafs diese, während der Einwirkung des Wassers, unter den Augen des Beobachters sich vergröfsernden Hohlräume eigene hautartige Wandungen haben, dafs sie wirkliche, der Endosmose fähige Zellen sind, dies ist wohl um so weniger zweifelhaft, als man zuweilen schon einen Zellkern in ihrem Innern bemerkt. Und dafs es etwa vier im normalen Verlaufe unveränderliche Zellkerne seien, dagegen spricht die verschiedene Gröfse dieser Zellen innerhalb verschiedener Mutterzellen, selbst einer und derselben Anthere. Durch diosmotische Flüssigkeiten trennt sich die secundäre Pollenmutterzelle von der primären und wird über den körnig-zelligen Inhalt zu einem unregelmäfsigen oder gelappten Körper contrahirt.

Ein etwas älterer Entwickelungszustand ist es, in welchem diese grofsen Mutterzellen der Pollenzellen aus ihrem Fache sich einzeln herauslösen (Fig. 9.). Der centrale Kern ist dann noch zu erkennen, sein Kernkörperchen schwierig oder nicht mehr. Der Kern liegt zwischen vier zartwandigen Zellen, deren Membranen mit ihrem peripherischen Theile der Mutterzelle eng anliegen.

Die Haut der Mutterzelle ist stärker, etwas ungleichförmig und zwar schichtig

verdickt; an den über der Scheidewand zweier endogener Zellen befindlichen Theile ist sie etwas dicker was später oft stark hervortritt.

Durch Lösungen von Salzen oder Zucker etc., entfernt man schon in diesem Entwickelungszustande den Inhalt der Tochterzellen von der noch zarten primären Haut. Der Inhalt einer jeden Zelle bildet einen mehr oder minder sphärischen, glatten; alle vier zusammen einen gelappt erscheinenden Körper im Centrum der durch sehr zarte Häute gekammerten Mutterzelle. Es treten hier mit diesen vier Tochterzellen, je nach der Behandlungsweise, ziemlich ähnliche oder gleiche Erscheinungen ein, wie sie von der Cladophora ausführlich beschrieben wurden. Auch hier lassen sich die vier im Centrum zusammenklebenden Tochterzellen durch theilweise Zerstörung ihrer primären Zellhäute mittelst Reagentien isoliren, und falls die Mutterzelle durch den Schnitt verletzt wurde, finden sie sich, obgleich selten, aus derselben hervorgeprefst; ungefähr in der Form wie Mohl dies „Vegetabilische Zelle" Taf. I. Fig. 10 abbildete.

Der körnige, aufserhalb der Tochterzellen befindliche Inhalt der secundären Pollen-Mutterzelle ist entweder gänzlich verschwunden, oder es findet sich an ihrem Umkreise, an Stelle des letzten Restes desselben ein gallertartig erscheinender Stoff, in welchem Falle dann die zarten Häute der Tochterzellen als die inneren Conturen einer dickwandigen Zelle erscheinen.

Dadurch hat die Pollenmutterzelle dann grofse Aehnlichkeit mit dem folgenden Entwickelungszustande, in welchem statt des centralen Kernes eine gallertartige Masse den Mittelpunkt der Zelle zwischen den vier Tochterzellen anfüllt (Fig. 11.). Dieses Aufgelöstsein des, die Zelle regenerirenden Kernes (Kernzelle), ist ein Zeichen des Endes der individuellen Entwickelung der Mutterzelle. Zwischen den Höhlungen der vier endogenen, stärker gespannten Zellen, bilden ihre nebeneinanderliegenden Wände scheinbar einfache, sehr zarte Platten, welche den mit trüber schleimiger Flüssigkeit erfüllten Zellraum der Mutterzelle zu theilen scheinen.

Dieser Zustand ist es, auf den frühere Beobachter ihre besondere Aufmerksamkeit richteten und den sie als das erste Erscheinen der eigentlichen Pollenzellen bezeichneten.

Unger*) spricht sich darüber folgendermaafsen aus: „Zuerst erscheinen in der Mutterzelle dünne zarte Streifen, welche wie man sich durch Drehen jener überzeugen kann, nichts anderes sind als durchsichtige Wände, welche die Körnermasse in mehrere Partien sondern. Dieselben sind so hinfällig, dafs sie vom Wasser aufgelöst werden."

Diese Angaben Unger's sind vollkommen richtig wenn das „zuerst" die fertigen Scheidewände bezeichnet; auch noch in diesem Zustande schienen mir die zarten Zellmembranen endlich der lösenden Kraft des Wassers zu unterliegen.

Und in der That ist es wohl unmöglich, falls man bei der Deutung der Erscheinungen nicht die Analogie mit zu Hülfe nehmen will zu beweisen, dafs wirklich jene innerhalb der Pollenmutterzelle vom Plasma eingehüllten, im Wasser wie es scheint zerfliefslichen, freien Zellen, welche in verschiedener Gröfse innerhalb

*) Merismatische Zellenbildung bei d. Entw. des Pollens 1844.

der ungleich entwickelten Pollenmutterzellen eines Staubbeutels zu erkennen sind und durch Aneinanderlegen ihrer vergrößerten Membranen bei gleichzeitiger Assimilation des Plasma, die linienartigen gleichfalls äufserst zarten, meistens nicht als doppelt zu erkennenden Scheidewände formen, die in einem etwas späteren Entwickelungszustande den trüben Zellsaft derselben theilen.

Hier gestatten es die Verhältnisse nicht das Wachsen der freien endogenen Zellen, die Assimilation des sie einhüllenden Zellsaftes, und die Entstehung und Vermehrung ihres Inhaltes wirklich zu sehen, diese Vorgänge im Zusammenhange zu beobachten, wie sie beim Oedogonium gesehen wurden. Dennoch halte ich es für vollkommen gerechtfertigt, von einer mit Sicherheit erkannten Thatsache auf eine andere ähnliche, aber nicht mit derselben Bestimmtheit zu erforschende zu schliefsen und nehme an, dafs auch die zarten Scheidewände, welche in einem gewissen Entwickelungszustande die Pollenmutterzellen theilen, die aneinanderliegenden Wandungen der freien Zellen sind, die man in anderen ähnlichen und jüngeren Zuständen in ihnen erkennt.

Es stimmt dies mit Mohl's in seiner ersten oben genannten Abhandlung über die Entwickelung der Sporen gegebenen Ansicht überein.

Jedenfalls sind in der Sporen- wie in der Pollenmutterzelle vier freie Zellen vorhanden, durch deren Ausdehnung und Ausfüllen ihrer Mutterzelle höchst wahrscheinlich die Scheidewände entstehen.

Dafs diese Scheidewände nicht einfach sind, wie Unger annahm, — da sie sich in diesem jüngsten Zustande durch Anwendung diosmotischer Flüssigkeiten nicht spalten lassen —, sondern dafs sie aus zwei Membranen bestehen, welche zwei benachbarten Specialmutterzellen des Pollens angehören, vertheidigt schon Nägeli, obgleich derselbe das Heranwachsen dieser Zellen nicht sah, im Gegentheil mit Mirbel annahm, es entstehe die Haut durch Erhärtung der peripherischen Schicht des in vier Portionen getheilten Inhaltes der Mutterzelle.

In etwas älteren Staubbeuteln beginnt nun auch die Verdickung der Häute der die Scheidewände bildenden Tochterzellen, nachdem die secundäre Membran der Mutterzelle sich bedeutend verdickte und zwischen den peripherisch sich ausdehnenden Pollenzellen nach Art der Collenchymzellen leistenförmige Vorsprünge erhielt.

Zuerst bemerkt man diese Verdickung in der Peripherie, dort wo sie sich und die Mutterzellen berühren, dann im Mittelpunkte, wo sich die den Zellkern ersetzende Gallertmasse befand. Die Grenzlinie ist anfangs schwierig zu erkennen, was ohne Zweifel von der die Zwischenzellräume ausfüllenden Flüssigkeit herrührt und wohl der Grund ist, weshalb Mirbel diesen Theil der verdickten primären Pollenzellen für die Wandung der Pollenmutterzelle selbst hielt (Fig. 12.).

Nachdem die Verdickung weiter vorgeschritten ist und den Umfang der ganzen Zellhaut einnimmt, wird auch die Grenzlinie der benachbarten verdickten Häute wieder sichtbar. Die Entstehung und das Wachsthum der secundären und der folgenden Zellen der Pollenzelle ist nicht mit Sicherheit zu verfolgen.

Die knorpelartig verdickten Häute der Pollenmutterzellen so wie die mit ihnen zusammenhängenden primären der Pollenzellen (Fig. 7.), werden während der späteren Ausbildung des Pollens resorbirt. Im Zustande der stärksten Verdickung, also wahr-

scheinlich bei beginnender Resorption, werden sie an den Orten, wo die Verdikkung am geringsten ist, d. h. über den peripherischen Scheitellinien der Pollenzellen durch diese, welche dann hervorquellen, auseinandergesprengt, wenn sie einige Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt wurden.

Die primären knorpelartig verdickten Zellen der Pollenzellen bleiben dann, mit den ähnlich collenchymatös erscheinenden Häuten der Mutterzelle verbunden, als leere Hülle zurück (Fig. 10.).

Die noch sehr dünnwandigen Häute der auf diese Weise hervorgepreſsten Pollenzellen, die die Stelle der primären Haut vertretende secundäre Zelle, quillt aus dem oft verhältniſsmäſsig kleinen Riſs hervor und vergröſsert sich durch Aufnahme von Wasser fortwährend bis zu dem doppelten Durchmesser. Die groſse Elasticität der jungen nicht verdickten Zellhaut ist während dieses Hervorquellens besonders deutlich erkennbar; oft drängt sich dieselbe durch eine Oeffnung, kaum von dem vierten Theil ihres Durchmessers hervor und nimmt endlich hervorgetreten darauf wieder ihre vollkommene Kugelform an. An ihrer innern Wandung liegt zunächst eine Schicht kleiner Bläschen, die nach Einwirkung einer verdünnten Chlorcalciumlösung deutlicher hervortreten. Wendet man die Chlorcalciumlösung etwas concentrirter an, so wird die ganze Schicht von Bläschen mit einer zarten Haut, von welcher sie umhüllt sind und welche die äuſsere etwas dickere Zellwand auskleidet, von dieser entfernt; diese ist dann als fast glatt und structurlos zu erkennen, oder mit kleinen helleren Punkten bezeichnet, die als Abdrücke der bisher ihr anliegenden Bläschen erscheinen (Fig. 18.).

In einem etwas jüngeren Zustande sind diese Bläschen so klein, daſs es nicht möglich ist, eine Höhlung in ihnen zu erkennen; werden diese, nebst der sie umschlieſsenden Zellhaut, durch endosmotisch wirkende Flüssigkeit von der äuſseren Haut entfernt (Fig. 10 und 11.), so erscheint diese vollständig gleichförmig und structurlos.

In etwas älteren Zuständen dagegen, läſst sich die Haut der secundären Zelle mit der ihr innen anhaftenden Bläschenschicht auf solche Weise nicht mehr von der Mutterzelle trennen und die Bläschen dehnen sich ebensowenig noch endosmotisch aus, sind vielmehr im Zusammenhange mit den beiden sie umschlieſsenden Zellmembranen über die Oberfläche der Mutterzelle hinaus in Form kleiner Warzen ausgedehnt; Warzen die an etwas älteren Zellen immer deutlicher als die Stacheln hervortreten, welche die Oberfläche der Pollenzelle der Althaea, wie diejenigen der übrigen Malvaceen, dicht bedecken (Fig. 17.). Gleichzeitig mit diesem Hervorwachsen der Stacheln werden die collenhymatisch verdickten Wände der Mutter- und Urmutterzellen resorbirt. Es sind also dieselben darin den verdickten Häuten der eigentlichen Collenchymzellen ähnlich, welche gleichfalls die Function haben Nahrungsstoff für die jüngeren endogenen Zellen zu sammeln, diesen als solcher zu dienen.

In dem Zustande des ersten Hervortretens der kleinen Warzen über die Oberfläche, wird die Haut der Mutterzelle (die ursprünglich secundäre Zelle) durch Jod blau gefärbt, nachdem sie mit Chlorcalcium einige Zeit in Berührung war, früher und später nicht. —

Leichter als bei den Malvaceen, deren schleimiger Zellsaft die Präparation erschwert, erkennt man bei den Monocotylen das Vorhandensein freier Tochterzellen

innerhalb der Pollenmutterzelle und die Entstehung der Scheidewände durch Berührung ihrer sich vergröfsernden primären Zellhäute.

Der Pollen der Fuchsia hat eine vorzüglich interessante und leicht zu verfolgende Entwickelungsgeschichte, insofern hier auch die Natur der Zwischenkörperchen, die ich schon in dem „Geschlechtsleben der Pflanzen“ pag. 25 u. f. erörterte, durch die in mannigfacher Form ausgeführten Mifsbildungen erkannt werden kann.

VIII.

Die Arten der Gattung Spirogyra werden von den Anhängern der Mohl'schen Zellenbildungslehre in der Regel neben der *Cladophora glomerata* als unzweifelhaftes Beispiel einer Zellenvermehrung durch Abschnürung genannt.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Cultur dieser Pflanze entgegenstellen, sowie die grofse Zartheit und leichte Zerstörbarkeit der Membranen ihrer endogenen Zellen sind ohne Zweifel die Ursache, dafs seither trotz des einfacheren regelmäfsigeren Baues, ihr Vorhandensein nicht erkannt, noch weniger aber eine vollkommene Kenntnifs ihrer Entwickelungsfolge und der daraus resultirenden Scheidewandbildung erlangt wurde, da jene Zellen wegen grofser Empfindlichkeit der Pflanze gegen geringe Veränderungen des Einflusses der äufseren Agentien, meistens nur in kurzen Perioden unmittelbar in ihrem Wachsthume zu beobachten sind.

Auch die Spirogyren sind ebenso wie wohl noch viele, wenn nicht sämmtliche ihrer Verwandten wie es scheint nicht befähigt, rein unorganische Materie allein zu assimiliren, auch sie bedürfen augenscheinlich in Wasser lösliche organische Verbindungen als Nahrungsstoffe*).

Läfst man eine Spirogyra**) längere Zeit in reinem, von organischen Verbindungen (auch von absterbenden und todten Organismen) möglichst freiem Wasser längere Zeit vegetiren und mifst von Zeit zu Zeit ihre Gliedzellen, so sieht man bald, dafs diese ungewöhnlich an Länge, zuweilen auch etwas an Weite zunehmen. Zugleich werden die Windungen der Chlorophyllbänder steiler, die benachbarten entfernen sich weiter von einander; ihre Enden, welche neben der Scheidewand lagen, oder selbst sich neben dieser nach deren Mittelpunkt zu, einwärts bogen, sind mehr und mehr von der Scheidewand entfernt. Diese Enden, so wie endlich die ganzen Chlorophyllbänder, verlieren ihre Schraubendrehung, werden fast gerade. Die Menge und Gröfse der in ihnen eingelagerten Bläschen, scheint anfangs zuzunehmen, später nimmt dieselbe ab, verschwindet endlich fast völlig; ebenso der Zellkern. Der übrige Inhalt der Gliedzellen wird durchsichtiger, wasserklar.

---

*) Die Wurzelzelle entwickelt sich bei den zerstückelten Spirogyren nicht immer wie bei der Cladophora als unmittelbare Verlängerung der untersten Gliedzelle, aufserhalb der Hüllhaut, sondern auch als seitliche Protuberanz eben dieser Zelle; der beginnenden Conjugation ähnlich. Ebenso verhält sich Mougeotia. (Ob alle Conjugaten)? — Die fernere Entwickelung und Form ist der Fig. 16 ähnlich.

**) Ich beobachtete dies an der *Sp. decimina*, *nitida*, *quinina Weberi* und *orthospira?* (Fig. 68 und 69). In destillirtem Wasser wachsend, verlor die dicke Oberhaut der letzteren Pflanze ihre Dichtigkeit und in kohlensaurem Wasser verschwand dieselbe ganz.

Fügt man dagegen zu dem Wasser worin sich die so ausgehungerten Spirogyren befinden eine geringe Menge von dem schleimigen Safte derselben Art oder anderer Conferven hinzu, so beginnt eine neue Lebensthätigkeit und viele oder alle Glieder, findet man nach einiger Zeit durch eine Querscheidewand in zwei neue getheilt, oder in dieser Theilung begriffen (Fig. 58—61 die beiden letzteren nach der Einwirkung endosmotischer Flüssigkeiten). Dieser Prozefs wiederholt sich mehreremal, wenn die nöthige Menge stickstoffhaltiger, organischer Substanz gegeben wurde. Die Schraubenlinie der Chlorophyllbänder liegt dann in ihren Gliedzellen weniger steil und die benachbarten näher beisammen, ja endlich so enge aneinander, dafs es schwer hält, sie in ihrem Laufe zu verfolgen.

Doch scheint es, dafs die Pflanzen nur bis auf einen gewissen Grad ausgehungert werden dürfen, um wieder von neuem zur Zellenbildung angeregt werden zu können, die offenbar bei jeglicher Abwesenheit stickstoffhaltiger Materie in dem Wasser worin sie wachsen, völlig unterdrückt ist. In diesem Falle vergröfsern sich nur die Membranen der schon vorhandenen Gliedzellen, während gleichzeitig ihre Höhlung von Absonderungsstoffen, besonders von Stickstoffverbindungen entleert wird.

Die Chlorophyllbänder, welche sich völlig gerade strecken, wenn alle endogenen Zellen resorbirt wurden, nehmen eine um so mehr geneigte Richtung zwischen der inneren Oberfläche der Mutterzelle und der äufseren der Tochterzelle an, je mehr sich letztere aus der ellipsoidischen der kugelförmigen Gestalt nähern.

Eine Vermehrung oder Verminderung der Anzahl von Chlorophyllbändern, wurde durch den Wechsel der Nahrungsflüssigkeit nicht veranlafst, obgleich benachbarte Glieder ein und desselben normal ernährten Individuums darin nicht ganz constant sind, ja selbst die eine Hälfte einer Gliedzelle der *Sp. quinina*, Weberi und Anderer mit einem, die andere mit zwei Chlorophyllbändern versehen ist*).

Der Bau dieser Chlorophyllbänder indessen variirt ebenso wie ihre Lagerung; auch er ist abhängig von der Natur des Nahrungsstoffes, wie von der Entwickelungsphase der Gliedzelle, gleich den übrigen Organisationen, welche das Innere dieser ausfüllen.

Gewöhnlich wird der Inhalt der Spirogyrengliedzellen als eine Flüssigkeit beschrieben, die von schraubenartig gewundenen Chlorophyllbändern umgeben ist, an denen sich ein im Mittelpunkte der Zelle schwebender Zellkern mittelst Schleimfäden befestigt findet.

Diese Vorstellung über den Bau der Spirogyra leidet an denselben Mängeln, wie die bisher über den der Cladophora gehegte, wovon man sich auch hier durch einige Versuche überzeugen kann.

Auch in der Spirogyren Gliedzelle finden wir, und schärfer gesondert als in derjenigen der Cladophora, Absonderungszellen verschiedener Natur; einige mit farbloser Flüssigkeit angefüllt, welche den centralen Raum der Zelle einnehmen, andere

*) Aus diesen Verhältnissen wird es ersichtlich, dafs die relative Länge der Gliedzellen, so wie dieselbe bisher zur Charakteristik der Arten angewendet wurde, für diesen Zweck nicht ausreicht und dafs die Anzahl der Chlorophyllschläuche und der gleichfalls sehr veränderliche Durchmesser der Gliedzellen nur mit Vorsicht anzuwenden ist. Höchst wahrscheinlich werden diese Verhältnisse für die Charakteristik der Art, nur in einem bestimmten Entwickelungsabschnitte der Pflanze und zwar in dem der Copulation zu benutzen sein.

grünen Schleim enthaltend, die sogenannten Chlorophyll-Bänder, an der Oberfläche gelagert.

Die meist rinnenförmigen, z. Th. mit einer Mittelrippe oder Kiel, oft mit gezaektem Rande versehenen Schraubenbänder sollen naeh Kützing*) durch Zerreifsung einer über die Gelinzelle anfangs gleichförmig ausgebreitete gonimischen Substanz entstehen, indem die Gelinzelle auf der sie ruht rasch auswächst.

Auch Mohl**) zählte die Schraubenbänder der Spirogyren zu der Abtheilung des formlosen, aus zäher grüner Gallerte bestehenden Chlorophylls.

Mir***) schienen diese Chlorophyllbänder bei meiner ersten Untersuchung ihrer Entwickelung in den sich verlängernden Enden der Spirogyrenzelle aus Zellen zu entstehen, deren Häute sich im Umkreise eines gelblichen Schleimes der ein Kernbläschen einhüllt verdichteten, dann sich in die Länge streckten, während der schleimige Inhalt sich grün färbte und den vorhandenen Bändern sich anreihten. Der erste Theil dieser Angaben leidet an der irrigen Vorstellung über Zellenbildung, die zu der Zeit herrschte wie ich diese Beobachtungen machte und zum Drucke für die Veröffentlichung übergab. Ein Jahr später wurden sie durch die in meiner Dissertation ausgesprochene Angaben widerrufen und auch jetzt noch halte ich sie insofern für irrig, als nicht die Haut sich um den Schleim bildet, sondern eine dort schon vorhandene, einen ungefärbten kaum etwas trüben Schleim einhüllende Haut sich verdickt, während dieser selbst sich gelb, später grün färbt, und in seinem Centrum ein neues Bläschen auftritt.

Kützing's Ansicht wird besonders durch solche Entwickelungsformen unterstützt und ist wahrscheinlich durch sie hervorgerufen worden, in denen die Schraubenbänder in wenig steiler Windung eng aneinander liegen, wie es Fig. 69 und 70 von *Spirogyra orthospira* Naeg.? (*Sp. majuscula* Kg.)? darstellen. In diesem Falle ist es in der That eine schwierig zu lösende Aufgabe, die Grenze der einzelnen Bänder zu erkennen und sich von der Unhaltbarkeit dieser Idee zu überzeugen, was jedoch die Beobachtung der ferneren Entwickelung ermöglicht.

Durchschneidet man eine Gliedzelle, wie in Fig. 70 und 72, und beobachtet den Inhalt derselben möglichst unmittelbar nach der ersten Einwirkung des Wassers, so sieht man je nach dem Entwickelungszustande, in welchem sich die Gliedzelle befindet, gröfsere oder kleinere wasserhelle Zellen aus dem Innern sich hervordrängen, die Chlorophyllbänder sich meistens in einzelne längliche oder kuglige Zellen auflösen, die mehr oder minder rasch anschwellen, einen oder mehrere sehr dickwandige Amylumbläschen in dem grünen, schleimigen Inhalte eingebettet zeigen und beim völligen Hervortreten aus der Zelle zerplatzen, während der schleimige Inhalt die hellen Zellen überzieht, welche der auflösenden Kraft des Wassers noch nicht unterlagen.

Wenige der farblosen Zellen sind gewöhnlich sehr viel gröfser wie alle übrigen, und zwar sind es in der Regel zwei oder vier in jeder Gliedzelle, eine oder zwei an jeder Seite des Zellkernes; zwischen ihnen, den Zellkern umgebend, befin-

*) *Phycologia generalis* 1843. pag. 275.

**) Vermischte Schriften 1845: „Untersuchungen über die anatom. Verhältn. des Chlorophylls.

***) Wiegmann's Archiv 1843.

den sich meistens die kleineren, ihnen sonst sehr ähnlichen; seltener finden sich solche an den Enden der Zelle neben der Scheidewand (Fig. 72).

Bei denjenigen Arten, deren Zellkern sich gleichzeitig mit der Bildung neuer Gliedzellen, vermehrt, bei der *Sp. nitida*, *orthospira* etc. scheint stets nur eine dieser kernlosen endogenen Zellen an jeder Seite des Kernes sich zu vergrößern, während bei denen, deren Zellkern sich wenig entwickelt, meistens jederseits zwei derselben zu erkennen sind.

In der, Fig. 72 dargestellten, obersten Gliedzelle ist eine dieser grofsen farblosen Zellen durch den in der Nähe der Scheidewand gefallenen Schnitt zerstört, die zweite hat sich bedeutend ausgedehnt und die kleineren hellen Zellen, welche ursprünglich die Mitte der Gliedzelle einnahmen aus derselben hervorgedrängt.

Auch auf die, an die durchschnittene angrenzende Zelle wirkt das Wasser, ohne Zweifel durch die freigelegte Querwand hindurchdringend, in ähnlicher Weise nur langsamer ein (Fig. 71 und 72). In der entsprechenden Zelle Fig. 72 ist an jeder Seite der Gliedzelle eine der beiden grofsen, farblosen Zellen neben der Scheidewand unter den Chlorophyllbändern hervorgetreten, welche dieselben bis dahin verdeckten; letztere sind in dem Mittelraume der Gliedzelle zusammengehäuft und zwar zerfallen in einzelne kleine Zellen, welche Amylum- und Chlorophyllbläschen enthalten.

In der nächst unteren, noch fast unveränderten Gliedzelle sieht man die beiden farblosen Zellen (Bläschen) kaum stärker angeschwollen als im normalen Zustande; zwischen ihnen liegt der Zellkern und rings um diesen die kleineren farblosen Bläschen; die Chlorophyllbänder sind unverändert. Einen ähnlichen Zustand stellt Fig. 64 von den *Sp. princeps* (*nitida* Kg.) dar *).

Bei der *Spirogyra? orthospira* sind die Chlorophyllbänder stets zarter als bei den meisten übrigen Spirogyren, bei denen dieselben unter ähnlichen Verhältnissen weniger leicht in einzelne Glieder zerfallen: vielmehr nicht selten ein jedes derselben in vollständigem Zusammenhange bleibt, und während es sich mehr oder minder grade streckt, schlauchförmig aufquillt, die kielförmige Verdickung sich ausbreitet und die Amylumbläschen, die bis dahin den Chlorophyllbändern aufgeklebt schienen, dann in dem Hohlraume des cylindrischen Schlauches enthalten sind.

Diese Erscheinungen lassen darauf schliefsen, dafs die gemeinschaftliche Haut des Chlorophyllschlauches der *Sp. orthospira* sehr zartwandig ist und im Wasser zerfliefst, während die eingeschlossenen Bläschen und Zellen eine dem Wasser länger Widerstand leistende Haut haben und in demselben sich endosmotisch vergrößern: dafs dagegen bei den übrigen Arten: bei der *Sp. decimina*, *princeps*, *quinina* u. a. m. die Secretionszellen von einer stärkeren und resistenteren zu dem Chlorophyllschlauche vereinigten Haut eingeschlossen sind. Diese in dem Chlorophyllschlauche ent-

*) Die kleineren, den Zellkern zunächst umgebenden wasserhellen Bläschen sind ohne Zweifel die dünnhäutigsten; sie unterliegen zuerst der Wirkung des Wassers, welches in Folge irgend einer Störung des Assimilationsprozesses der Mutterzelle durch deren Häute in den Zellraum eindringt. Die secundäre Haut der Mutterzelle, mit den anliegenden Spiralschläuchen senkt sich daher in solchem Falle auf die beiden gröfseren, kernlosen Zellen und den Zellkern herab rings um diesen eine Falte bildend.

Da diese beiden Zellen jene kleinen zu resorbiren scheinen, während sie sich vergrößern, so tritt kurz vor dem unmittelbaren Aneinanderlegen beider zur Scheidewand ein Zeitpunkt ein, in welchem durch geringe Aenderung der endosmotischen Kraft des Wassers in welchem die Pflanze liegt eine solche Kreisfalte hervorgerufen wird.

haltenen Bläschen durchlaufen, ähnlich einer Gewebezelle, die mannigfaltigste endogene Entwickelung; anfangs sind es einfache Chlorophyll- endlich dickwandige Amylumbläschen, von denen in manchen Fällen schliefslich nur noch die äufseren vergröfserten Häute übrig bleiben, welche in den Schläuchen wie Confervengliedzellen nebeneinander liegen. — Das eingehendste Studium des Formencyclus dieser Chlorophyllschläuche der Spirogyrenarten bleibt noch eine nothwendige Vorarbeit für das vollständige Verständnifs der Entwickelungsweise der Gliedzellen.

Die Haut der secundären Gliedzelle ist in dem Fig. 72 gezeichneten Falle nicht bemerkbar, sie schien, aufgequollen, an dem Schnittende in Wasser zu verschwinden, scheinbar zu zerfliefsen, vielleicht befand sie sich in dem der Verdickung (Verholzung) vorhergehenden Stadium der chemischen Umänderung. In dem Fig. 70 dargestellten Falle contrahirte sie sich über die eingeschlossenen zelligen Gebilde; die eine hier noch vorhandene kleine Zwillingszelle wird dadurch mit den Chlorophyllschläuchen überzogen und hängt wie an einem Faden an der Scheidewand, woselbst die primäre Zellhaut noch mit der secundären zusammenhängt.

Legt man eine kräftig wachsende Spirogyra bald nach der ersten Einwirkung der diosmotischen Flüssigkeiten, welche die secundären Zellen eben völlig von der Haut der primären getrennt hatten, wieder in reines Wasser, so nehmen die secundären Zellen mit ihrem zelligen Inhalte wieder ziemlich die frühere Lage ein.

Läfst man die diosmotischen Flüssigkeiten bis zur völligen Contraction der secundären Zellen einwirken und wechselt dann rasch jene Flüssigkeit mit reinem Wasser, so dehnen sich die secundären Zellen nicht mehr aus, — sei es, weil durch Exosmose ihr Inhalt gänzlich entfernt wurde, oder vielleicht weil ihre Haut zwischen den Tochterzellen einrifs — wohl aber durchbrechen dann die kernlosen Tochterzellen (Bläschen) die Haut der secundären Zelle, dehnen sich fort und fort aus; die gröfseren füllen gewöhnlich wieder vollständig den Raum der Mutterzelle, indem sie sich in der Mitte dieser zu einer Scheidewand an einander abplatten.

Es treten in diesem Falle die gleichen Erscheinungen als mechanische Wirkungen ein, die als Wachsthumsvorgang an den in andauernder Entwickelung begriffenen Tochterzellen des Oedogonium beobachtet wurden. Macht man den Versuch mit Spirogyren, die in einem Zustande der Vegetationsruhe sich befinden, in welchen die endogenen Zellen weniger entwickelt sind und die Mutterzelle nicht ganz ausfüllen, so zerreifst während der exosmotischen Zusammenziehung der secundären Zelle die Haut dieser in der Mitte der beiden eingeschlossenen Tochterzellen mit dem Theile des Chlorophyllschlauches der sich hier befindet, völlig in zwei Theile*).

Auch in diesem Falle treten die Tochterzellen, nach Hinzufügung von Wasser, aus den sie überziehenden Spiralschläuchen und Theilen der Mutterzellhaut hervor und dehnen sich in beschriebener Weise aus, in welchem Zustande sie bisher irrthümlich meistens als durch Theilung der secundären Mutterzellen entstanden betrachtet wurden (Fig. 78 und 79 *Sp. quinina*).

Dieses verschiedene diosmotische Verhalten der ineinander geschachtelten Zellen ist vielleicht in der verschiedenen Natur der Häute begründet, die sich schon durch ihre Dicke und Festigkeit zu erkennen giebt, vielleicht auch in der ver-

*) Bot. Zeit. 1852. sp. 91.

sehiedenen Quantität ihres Inhaltes, der keine ehemisehe Versehiedenheit entdekken liefs.

Die primären wie aueh die secundären Gliedzellen enthalten, ebenso wie die kernlosen wasserhellen Tochterzellen einen Stoff, der nicht nur nach einiger Maceration mit wässriger Schwefelsäure- oder Chlorzink-, sondern auch schon mit neutraler Chlorealeium-Lösung in der Art verändert wird, dafs ihn eine wäfsrige Jodlösung, gleich Amylum, schön blau färbt. Gewöhnlieh ist er in diesem Zustande mehr oder weniger trübe, gleich fein vertheiltem Amylum. Der Inhalt der primären Zelle findet sieh naeh der ersten Einwirkung der wäfsrigen Jodlösung häufig auf die, über den übrigen zelligen Inhalt contrahirte Haut der secundären Zelle niedergeschlagen, durch eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit von der Haut der primären Zelle getrennt; nach und nach vertheilt sich die kleisterartig erscheinende Substanz auf den ganzen Inhalt zwischen beiden Häuten.

Die farb- und kernlosen Toehterzellen (Bläschen) seheinen den durch Jod blau werdenden Stoff am eoncentrirtesten zu enthalten*), sie sind von demselben stets vollständig angefüllt. Sowohl in ihnen als in dem kleisterartig gebläuten Inhalte der Mutterzelle unterscheidet man, wenn man Chlorealeium zur Maceration angewendet hatte, zarte Bläschen etwa von der Gröfse der in dem Chlorophyllschlauche befindliehen grofsen Amylumbläsehen.

Dies Vorkommen organisirter Formen als Inhalt der endogenen Zellen ist von grofsem Gewichte für die richtige Beurtheilung der Natur dieses der Cellulose einigermaafsen ähnlichen Stoffes. Denn wären diese Bläschen nicht vorhanden — welehe nicht selten auch schon vor dieser Behandlungsweise zu erkennen sind, vorzüglieh innerhalb der farblosen Tochterzellen — so würde man anzunehmen berechtigt sein, der zwischen den Häuten der primären und secundären Mutterzellen befindliche Stoff sei eine durch die eorrodirenden Substanzen aufgequollene und chemisch veränderte Anwaehssehieht der inneren Oberfläehe der ersteren oder der äufseren Oberfläche der letzteren.

Würde man ferner nieht die zarte Membran der seeundären Zelle im Umkreise der zusammengeballten Chlorophyllsehläuche etc. erkennen, naehdem dureh Verdunstung des Jodes die blaue Farbe verblichen ist, so könnte man die gebläute kleisterartige Masse zwisehen den Chlorophyllschläuchen und der primären Zellhaut für die in dieser Weise veränderte Haut der Toehterzelle halten, weleher einige der in ihr befindliehen, dem Chlorophyllbande wie es scheint angeklebten Bläsehen beigemiseht seien.

Diese Verhältnisse sprechen für die Annahme, dafs diese aufserhalb der secundären Zellen befindlichen in dem kleisterartigen Stoffe, für den ich die Benennung Celluline vorschlage, eingehüllten Bläsehen der Rest des Inhaltes der primären Gliedzelle seien.

Der mehr oder minder grofsen Menge von diesem Inhalte der primären wie dieser Aenderung des Aggregatzustandes der Haut der secundären Zelle, ist es aueh wohl zuzuschreiben, dafs letztere bei der Einwirkung diosmotischer Flüssigkeiten,

---

*) Häufig färbt sieh der Inhalt dieser Zellen durch Jod röthlich, ähnlich dem Dextrin, naehdem derselbe von Glycerin durchdrungen war.

z. B. von Glycerin und Chlorcalcium, sieh häufig schwierig von der Haut der primären Zelle trennt, mit derselben, wie durch einen zähen Schleim, verklebt scheint.

In manchen Entwickelungszuständen scheint aber auch wirklich die Haut der secundären Zelle ihre wenn auch zarte doch feste Beschaffenheit verloren zu haben. Man findet in solchen die Chlorophyllschläuche von einer dicken, fast gallertartig erscheinenden aber zähen, schleimig-fadenziehenden Schicht umgeben, die durch endosmotische Mittel sich zuweilen schwierig von der Haut der primären Zelle trennen läfst; die sich zusammenziehenden Chlorophyllschläuche hinterlassen in dieser Schicht, welche gleichfalls Cellulinereaction zeigt, ihre Formabdrücke als rinnige Vertiefungen (Fig. 65 und 66).

Dieser Aggregatzustand der Haut der secundären Zelle schien mir sich vorzüglich an Pflanzen zu finden, die in Vermehrung ihrer Gliedzellen begriffen waren.

Die in Fig. 62 gezeichnete *Sp. dubia*, Kg., hatte einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen, die Häute der secundären Zellen zogen sich darauf nach Einwirkung wäfsriger Jodlösung zusammen, schienen aber verändert fast corrodirt, und zerrissen in vielen Gliedern an den Enden während der Contraction, wodurch die endogenen Zellen (*a*) dann aus ihnen hervortraten. Diese enthielten die eben beschriebene Cellulin in grofser Menge, die durch Glycerin und Jod eine röthliche Farbe annimmt und welche nach längerem Wachsthume der Pflanze in Kohlensäure enthaltendem Wasser resorbirt zu werden scheint.

In solchen Spirogyren die lange Zeit in reinem Wasser, welches keine Stickstoffverbindungen enthielt, wuchsen, zieht sich in Folge der Einwirkung verdünnter Chlorcalciumlösung die zarte Haut der secundären Zelle mit Leichtigkeit völlig zusammen, und enthält keine andere endogene Zellen als die Chlorophyllschläuche. Ebenso ist von der Cellulin nichts mehr zu erkennen, obgleich der Chlorophyllschlauch gewöhnlich noch die bekannten grofsen Amylumbläschen enthält.

Die Häute der verschiedenen Zellen werden durch die genannten Reagentien nicht gebläut; ausnahmsweise nur beobachtete ich an ihnen, wie auch an denen der Cladophora zuweilen, Cellulosereaction, ohne die Umstände angeben zu können, welche diesen Zustand der Zellhaut herbeiführen.

Aus allem diesem geht nun wohl unzweifelhaft hervor, dafs die oben ausgesprochene Ansicht, die Spirogyrengliedzelle sei mit einem Gewebe endogener Zellen angefüllt, vollkommen begründet ist; denn blofse Hohlräume einer schleimigen Substanz würden sich nicht diosmotisch abwechselnd vergröfsern und wieder zusammenziehen, würden nicht einen besonderen Inhalt haben und würden nicht in diesem wieder zellige Bildungen enthalten können.

Hinsichts der Natur der beiden Arten von Zellen, welche in der Spirogyren-Gliedzelle enthalten sind, sowie hinsichts ihrer Lagerung findet eine Analogie mit der Cladophorenzelle statt, nur sind dieselben bei letzterer weniger scharf geschieden.

Hier bei der Spirogyra sind keine Uebergänge zwischen den centralen farblosen, und den peripherischen, mit Chlorophyll gefüllten, zu einem Schlauche verbundenen oder vielmehr in demselben enthaltenen Bläschen oder Zellen zu erkennen.

Ebenso finden sich bei allen übrigen Confervaceen und Desmidieen diese zwei Arten von Absonderungszellen, auf deren Vertheilung in den Mutterzellen die eigen-

thümliche Zeichnung dieser Organismen beruht, die zum Theil zur Charakteristik der Gattungen und Arten benutzt wird.

Und nicht nur in den Gewebezellen dieser einfachen Organismen, auch in denen der zusammengesetzten Pflanzen, so weit sie zur Assimilation der von aufsen zugeführten Nahrungsstoffe dienen, sind diese beiden Arten von Secretionszellen verbreitet; die häufig farblosen, Kohlenhydrate enthaltenden und die meistens gefärbten, mit Stickstoffverbindungen angefüllten.

IX.

Dem im Mittelpunkte der Spirogyren-Gliedzelle befindlichen Zellkerne ist stets eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden und demselben, wie überall so auch hier, eine besondere Function bei der Vermehrung der Zelle zugedacht.

Die Entstehung der Zellkerne, die im Allgemeinen gleich derjenigen der Zellen selbst auf Theilung schon vorhandener Kerne und auf Neubildung derselben aus dem Inhalte der Mutterzellen zurückgeführt wird und die beständig der Entstehung der Haut der entwickelten Zellen vorangehen soll, — mag nun diese durch Einschnürung von der Wandung der Mutterzelle aus oder frei im Zellsafte vor sich gehen, — wird hier bei der Spirogyra der Theilung des in der Mutterzelle Vorhandenen zugeschrieben.

Was zunächst die Idee der Theilung des Zellkernes betrifft, so waltet in ihr derselbe Irrthum wie bei der Zellenvermehrung selbst. Es theilt sich der vorhandene Zellkern weder durch eine plötzlich auftretende, durch den Radius des Kernes gespannte zarte Haut, noch durch Falten, welche von seiner Haut einwärts wachsen: sondern durch Entstehung neuer Zellen neben seiner endogenen Zelle, dem Kernkörperchen, welches unter diesen Verhältnissen dann schon wieder ein Kernkörperchen enthält, also Zellkern der Kernzelle geworden ist.

Bald nach dem ersten Auftreten der in dem linsen- oder scheibenförmigen Zellkerne entstehenden Tochterzellen findet man diese zur Seite des ursprünglichen Zellkernes, dem Querdurchmesser der Gliedzelle entsprechend gelagert. In den nächsten Stadien ihrer Entwickelung nehmen sie in der, inzwischen kuglig gewordenen Kernzelle eine der Längenaxe der Zelle entsprechende Lage ein.

Ein Blick auf die Fig 81 und 83—85 macht diesen Zustand anschaulich. Es sind dies Kernzellen der *Sp. nitida*, Kg., — wie sie sehr häufig sich an cultivirten Exemplaren dieser Art finden, — deren Häute durch Einwirkung kohlensauren Wassers ausgedehnt waren.

Die Fig. 84 zeigt es sehr deutlich, dafs die neuen Zellkerne, die hier noch kein Kernkörperchen enthalten, von der äufseren Haut des Zellensystemes eingehüllt sind, welches aus der Entwickelung des Zellkernes hervorging.

In Fig. 85 sind diese beiden neuen Zellen — die Tochterzellen des ganzen Zellsystemes — innerhalb ihrer Mutterzelle stärker ausgedehnt, so dafs sie die zwischen ihnen liegende Kernzelle umfassen, sie mit ihren sich berührenden Häuten einschliefsen (ähnlich in Fig. 81).

Die Kernzelle ist aber noch wie in Fig. 84 unverschrt zwischen ihnen vorhanden (Fig. 83 ein anderer, ähnlicher Entwickelungszustand von der Seite gesehen),

wenngleich jetzt deren Resorption in der Regel beginnt und gleichzeitig eine secundäre Zelle in jeder der Tochterzellen entsteht. Die hier gezeichneten, durch Kohlensäure ausgedehnten Tochterzellen enthalten noch keine zellige Bildungen, wie es bei normal entwickelten Zellen dieses Entwickelungszustandes gewöhnlich der Fall ist.

In Fig. 81 ist ein normaler Fall gezeichnet; ein Zellkern liegt in der Tochterzelle an der nach dem Centrum der neuen Gliedzelle gewendeten Wandung, wie es bei den Spirogyren Regel ist, also an der dem ursprünglichen Zellkerne entgegengesetzten Seite.

Dieser Zellkern der jungen Tochterzelle erscheint in den ersten Entwickelungsstufen meistens als eine kuglige Anhäufung von Schleim. In diesem Schleime aber erkennt man in anderen Fällen ein Bläschen eingebettet und etwas später wieder ein, selten mehrere Kernkörperchen.

Dafs die äufsere Haut des Zellkernes, — den man, wie gesagt, bei einigen Spirogyren häufig aus mehreren endogenen Zellen zusammengesetzt, also zu einem vollständigen Zellsysteme entwickelt findet, — ebenso wie beim Oedogonium die völlige Gröfse der mütterlichen Zelle erreichen kann, dafür sprechen Zustände wie der Fig. 80 gezeichnete, die hier gleichfalls, wenn auch selten, dennoch zuweilen an cultivirten Pflanzen gefunden wurden. (Fig. 80 ist nach einem Exemplare gezeichnet, welches einige Zeit in Kohlensäure gelegen hatte, die wohl noch etwas zur Ausdehnung der Zellhaut beigetragen hat; sowie diese auch bewirkte, dafs die primäre Membran der Gliedzelle besonders kräftig hervortritt.)

Nicht selten finden sich in einer unverhältnifsmäfsig langen Zelle zwei Zellkerne in der Stellung, die sie bei halb- oder völlig verholzter Scheidewand einzunehmen pflegen, ohne dafs eine solche oder eine Andeutung derselben vorhanden ist. Häufig findet sich in der Mitte zwischen diesen beiden Zellkernen noch der dritte, dem Systeme der Mutterzelle angehörende Zellkern, alle drei eingeschlossen in der sehr langen, fast gallertartig erscheinenden Haut ihrer gemeinschaftlichen Mutterzelle (dem ursprünglichen Zellkerne), welche in den Fig. 83 und 84 gezeichneten Zuständen in noch fast rundlicher Form deutlich zu erkennen ist. Auch diese langgestreckte Kernzelle, mit ihren drei Zellkernen, ist scheinbar an Schleimfäden befestigt.

Dieses Vorkommen mehrerer Zellkerne ist, wie sich aus den sogleich zu besprechenden Entwickelungserscheinungen der Scheidewandbildung ergiebt, durch den Mangel an Stickstoffverbindungen in dem sie ernährenden Wasser zu erklären.

In den sogenannten Schleimfäden, welche in manchen Spirogyren, z. B. der *princeps* (*nitida* und *jugalis*, Kg.), mit so grofser Deutlichkeit zu erkennen sind, habe ich eine von der Peripherie nach dem centralen Kerne langsam vorschreitende Bewegung beobachtet und zwar an Individuen, die kurze Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatten; ebenso auch in der Spitze lebhaft vegetirender Pflanzen.

Die Schleimfäden sind daher nicht etwa solide erhärtete Plasmastränge, Auswüchse der Haut der secundären Zelle, ein Gerüst um den im Mittelpunkte der Zelle schwebenden Zellkern zu unterstützen, sondern eine schleimig-körnige Flüssigkeit, der eigentliche Zellsaft, der flüssige Zellinhalt in und aus welchem die übrigen zelligen Gebilde, die Absonderungsstoffe enthaltenden Bläschen sowie der Zellkern, sich entwickeln.

Freilich nimmt dieser flüssige Zellinhalt den geringsten Theil des Zellraumes

ein, während die oben beschriebenen farblosen Bläschen (pag. 53 Fig. 72) denselben fast vollständig anfüllen, so dafs er nur als flüssiger Zwischenzellstoff auf die Räume beschränkt ist, die diese in lebhafter Vegetation begriffenen Zellen zwischen sich lassen.

Schleiden schon sah diese Bewegung des Zellsaftes in den Enden der Spirogyren und vermuthete dieselbe in den Schleimfäden, in denen Nägeli sie später beobachtete, während Kützing sie für beide Fälle wieder in Zweifel stellt.

Die Ursache dieser kreisenden Strömung des Saftes vieler Pflanzenzellen ist wohl höchst wahrshheinlich in der gleichzeitigen lebhaften aber chemisch verschiedenartigen Assimilationsthätigkeit der Häute dieser Gewebezellen und der in ihnen enthaltenen, Vacuolen genannten, Secretionszellen begründet.

Dafs letztere wirkliche Zellen und nicht mit Wasser erfüllte Höhlungen des schleimigen Zellsaftes sind, habe ich schon*) durch deren Entwickelung verschiedentlich nachzuweisen gesucht und hier, wie ich meine, für die in den Conferven vorkommenden bewiesen.

Diesen beständig in lebhaftem Stoffwechsel und rascher Entwickelung und Umbildung begriffenen Zellen liegt augenscheinlich die Function ob, den von der assimilirenden Haut der Gewebezelle, welcher sie angehören nach innen ausgesonderten, sowie auch den durch diese imbibitionsfähige und diosmotische Membran mechanisch aus der umgebenden Flüssigkeit durchgelassenen Antheil in neue, höher combinirte organische Verbindungen überzuführen. Für diese Annahme spricht die Thatsache, dafs die verschiedenen Bläschen, welche innerhalb einer Zelle enthalten sind, sehr verschiedenartige, in der Regel sämmtlich von dem flüssigen Inhalte der der Zelle gänzlich verschiedene Stoffe enthalten.

Auf diesen Umstand habe ich schon in meiner Abhandlung „*De cella vitali*“ aufmerksam gemacht, indem ich die Entwickelung derjenigen Bläschen welche Farbstoffe, Amylum, Oele etc. enthalten besprach, deren Zellennatur auch inzwischen meistens anerkannt worden ist.

Weshalb nun sollen die Bläschen, welche farblose Stoffe z. Th. in wäfsriger Lösung enthalten (Zucker, Schleim, Dextrin? Celluline etc.) etwas anderes als Zellen sein? Ihre Haut hat ähnliche physikalische Eigenschaften, wie die welche als Zellhaut anerkannt wird; ihre Entwickelung ist die gleiche, sie vergröfsert sich gleichfalls, indem sich eine Wechselbeziehung ihrer eigenen sich vermehrenden Substanz mit ihrem Inhalte zu erkennen giebt.

Nur dasjenige Elementarorgan Zelle zu nennen, dessen Haut in irgend einem Entwickelungszustande die Reaction der Cellulose zu erkennen giebt, ist nicht gerechtfertigt, wie schon die eben besprochenen Conferven darthun, auch wenn wir uns nicht an die Zellen des thierischen Organismus erinnern**). Der Begriff der Zelle ist ein anatomischer, aus der Entwickelungsweise der Organisation ist er abzuleiten, nicht aus der chemischen Natur des Stoffes, welcher ihre Haut zusammensetzt.

---

*) *De cella vitali* 1843 30—34; Bot. Zeit. 1848. 457 und Bot. Zeit. 1849. 361.

**) Dieser irrthümlichen Annahme ist der unheilvolle Mifsgriff entsprungen, diejenigen Zellen, deren Haut noch nicht die Cellulosereaction erkennen läfst, nackte Zellen zu nennen. Die jüngsten Zustände der „nackten“ Zellen sich endlich als hautlose Tropfen zu denken, führt zu der Ansicht Mirbel's über die Entstehung der Zellen zurück. — Wenn es für zahllose Fälle erwiesen ist, dafs die Zellen aus unmefsbar kleinem Zustande zu ihrer späteren Ausdehnung heranwachsen, wenn in vielen Fällen durch geeignete Mittel Zellen in solchen Flüssigkeiten nachgewiesen wurden, in denen man sie bisher nicht erkannte (vergl. pag. 30), so dürfte es ungerechtfertigt sein in anderen analogen Verhältnissen anzunehmen, eine Organisation bestehe aus Tropfen!!

Die in den Gewebezellen enthaltenen vergänglichen Zellen dienen ohne Zweifel dazu, alle für sie assimilirbaren Bestandtheile des Zellsaftes (ihrer Intercellarsubstanz) zu verarbeiten um endlich, wenn sie diese Aufgabe erfüllt haben, selbst wieder verflüssigt und von anderen benachbarten ähnlichen Organisationen oder auch von der Haut ihrer Mutterzellen, als Nahrungsstoff verbraucht zu werden. Auch wird dies Produkt der Auflösung dieser Secretionszellen durch Exosmose? aus der Zelle hinausgeführt und in der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit, welche die Zwischenzellräume, die äufsersten in der Resorption begriffenen Häute und die aus diesen entstandene Zwischenzellsubstanz der Gewebezellen durchtränkt, in entferntere Gegenden des Organismus geleitet, um zur Bildung und Entwickelung neuer Elementarorgane zu dienen.

Wenn wir alle diese verschiedenartigen, einfachen Organisationen auf Kosten des flüssigen Zelleninhaltes in lebhafter Entwickelung und fortschreitendem Wachsthume begriffen sehen, so liegt die Vermuthung nahe, dafs dieser Zellsaft unter solchen Verhältnissen in den verschiedenen Regionen der Zelle nicht gleichartig sei, dafs vielmehr die an der Peripherie der Zellhöhle befindliche, von den assimilirenden Zellhäuten ausgesonderte Flüssigkeit von derjenigen physikalisch und chemisch verschieden sei, welche die Stickstoffverbindungen assimilirenden Bläschen umgiebt, und dafs sie wieder anders constituirt sei in der Umgebung derjenigen, welche sich kohlenstoffreiche Verbindungen aneignen.

Diese Annahme läfst eine Bewegung des in seinen verschiedenen Regionen gänzlich heterogenen Zellsaftes nur erklärlich erscheinen. Es ist die Bewegung, die Corti 1774 entdeckte, dieselbe, die wir noch heute für wunderbar erklären müssen, so lange wir die eigentliche Natur des Zelleninhaltes nicht anerkennen, vielmehr glauben, dafs sich der Zellsaft in einen dichteren und in einen dünneren Antheil sondere: dafs letzterer in ersterem tropfenförmig eingebettet sei und dafs die dichtere, schleimige Flüssigkeit, ohne sich mit den wäfsrigen Tropfen zu mischen, zwischen diesen circulire! Dies hiefse die nach 200 Jahren glücklich überwundene Ansicht Grew's über den Bau des Pflanzengewebes auf den der Zelle übertragen *).

Das aber ist zweifellos, dafs die Schleimfäden, an denen der Zellkern aufgehängt erscheint, der flüssige, oft schleimig körnige Inhalt der Gewebezelle ist, der sich zwischen ungefärbten kernlosen Zellen in geringer Bewegung befindet. Die Form dieser Fäden ist daher ebenso veränderlich als die der Zellen selbst. Mit der vorschreitenden Vergröfserung der beiden im Zellkerne entstandenen Tochterzellen, oder der beiden grofsen farblosen Secretionszellen von den Enden der Zelle zum Mittelpunkte hin ändert sich dies Fadensystem continuirlich und deutet dadurch auf die Veränderungen hin, welche mit den anderweitig erkannten Zellen, deren Zwischenräume sie einnehmen, vorgehen.

---

*) Keinesweges indessen will ich der Ansicht derjenigen beitreten, welche das Wesen der Organisation der Zelle darin suchen, dafs ihr Inhalt sowohl als auch ihre Membran jedes noch eine besondere Organisation habe: dafs eine gleichartige Flüssigkeit von einer homogenen Haut umhüllt, keine organisirte Zelle sei. Ich im Gegentheile sehe in einem solchen Bläschen das Prinzip aller Organisation ausgesprochen (*De cella vitali* pag. 64); dessen Natur freilich nicht an und für sich aus seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern nur aus seiner Entwickelungsfähigkeit zu erkennen und durch diese von einem äufserlich ähnlichen, aber auf mechanischem Wege entstandenen zu unterscheiden ist.

X.

Bei den verschiedenen Arten der Gattung Spirogyra ist die Deutlichkeit, mit der man die eben erwähnten Veränderungen erkennt, denen die endogenen Zellen unterworfen sind, sehr verschieden, und wie es scheint auch verschieden bei derselben Art in ihren verschiedenen Entwickelungsepochen oder bei verschiedenartigen Ernährungsverhältnissen.

Obgleich ich eine gröfsere Anzahl Spirogyren beobachtete, so sind es doch besonders die *Sp. nitida* und *orthospira*, an denen ich die Entwickelung der Kernzelle sah, die ich hier in einem allgemeinen Bilde zusammenfassen werde, welches im Einzelnen für jede Art, oder deren besonderen Entwickelungszustand, Modificationen erleiden mag, das aber das sichere Resultat herausstellt, dafs die Zellenvermehrung auch bei diesen Pflanzen, wie es kaum anders zu erwarten war, durch endogene Zellenbildung ausgeführt wird.

Folgen wir zunächst den Veränderungen, welche an dem Zellkerne mit seinen Tochterzellen zu erkennen sind, so haben wir schon in dem Fig. 85 gezeichneten Entwickelungszustande eine Andeutung der in der Mutterzelle entstehenden Scheidewand durch die Abplattung der beiden den Mutterzellkern zwischen sich einschliefsenden Tochterzellen.

Die fernere Entwickelung dieses Zellencomplexes besteht in der Regel darin, dafs gleichzeitig mit der Resorption des Mutterzellkernes neue Zellen in den Tochterzellen entstehen, dafs letztere entweder in die Breite, und zwar in der Gegend ihrer centralen sich berührenden und abplattenden Wandungen, oder in die Länge sich ausdehnen und dafs zugleich ihre Mutterzellhaut (die ursprüngliche Zellkernhaut) allmälich unterzugehen scheint. An den nach den Enden der Mutterzelle gerichteten Wandungen der beiden Tochterzellen liegen ihre neuen Zellkerne; zwischen ihnen und der Scheidewand, welche durch die sich aneinander legenden Häute ihrer primären Zellen entstand, tritt gleichfalls ein System von Schleimfäden in der Richtung ihrer Radien auf, welches auf die Entstehung ähnlicher Secretionszellen in ihnen wie sie die Mutterzelle enthielt und z. Th. noch enthält, hindeutet; welche Zellen durch Einwirkung verdünnter Tanninlösung und einiger anderer endosmotischer Flüssigkeiten zur Erscheinung zu bringen sind.

Von der verschiedenartigen Wachsthumsrichtung der beiden Tochterzellen, ob sie sich mehr in der ersten oder der zweiten angedeuteten Richtung ausdehnen, hängt sowohl die mehr oder minder grofse Entfernung der Zellkerne der Tochterzellen von der Mittellinie der Mutterzelle bei dem Auftreten der Scheidewand ab, als auch die Modificationen, in denen diese Scheidewand an der Oberfläche der Gliedzelle sichtbar wird.

Folgen die Tochterzellen anfangs mehr der zuerst bezeichneten Wachsthumsrichtung, d. h. wachsen sie mehr in die Breite, so erreichen ihre centralen abgeplatteten Wandungen die Oberfläche der Gliedzelle, während ihre freien peripherischen, den Enden ihrer Mutterzelle zugewendeten Theile kaum eine halbe Kugelfläche bilden. Diese ihre gegenseitig abgeplatteten Wandungen erscheinen, bei ihrer Berührung mit der Wandung der Mutterzelle, als die neue Scheidewand.

Die Haut der secundären Zelle der Gliedzellen, sowie die ihrer inneren Oberfläche anliegenden Chlorophyllschläuche bedecken den äufseren Umkreis der Scheidewand, ja verdecken ihn selbst, wenn gerade ein Amylum- oder undurchsichtiges Chlorophyllbläschen über demselben liegt.

Dehnen sich dagegen die Tochterzellen anfangs nicht so sehr in dieser Richtung als zugleich auch in die Länge aus, so zwar, dafs ihre freie Oberfläche statt hemisphärisch zu werden mehr oder minder der Kugelform sich nähert, so treten die Erscheinungen ein, welche bisher gewöhnlich beobachtet und als der normale Vorgang gedeutet wurden.

Es senkt sich die secundäre Zelle leicht in diesem Zustande — in welchem die kleinen, den Zellkern umgebenden Secretionsbläschen in der Resorption begriffen sind, also leicht durch irgend welche diosmotische Vorgänge collabiren — mit den anliegenden Chlorophyllschläuchen, auf die mehr oder minder kugelförmigen, jedoch stets mit einem Theile ihrer Oberfläche an einander abgeplatteten Tochterzellen herab und bilden die oft bemerkte Einsenkung, welche für die Vorstufe der Scheidewandbildung gehalten wird.

Dafs diese faltenförmige Einsenkung nicht eigentlich zur Scheidewandbildung gehört, sondern nur bei einem weniger vollkommenen, nicht ganz regelmäfsigen Entwickelungsgange eintritt, geht daraus hervor, dafs sie vorzugsweise bei cultivirten Pflanzen oder dann bei solchen, die an ihrem natürlichen Standorte wuchsen, vorkommt, wenn diese längere Zeit auf dem Objectträger verweilen und mit verschiedenen Arten von Wasser in Berührung kommen*).

Ein geringer Grad dieser Einsenkung scheint jedoch auch bei den im Freien wachsenden Pflanzen vorzukommen; es ist dieselbe defshalb hier von Interesse, weil sie zu der Faltenbildung Veranlassung giebt, welche bisher als die Ursache der Zellenvermehrung angesehen wurde, wenn die Herabsenkung nämlich in dem Zeitpunkte eintritt, in welchem jede der beiden mehr oder minder kugelförmigen, mit ihrer peripherischen Oberfläche die grofse Secretionszelle berührenden und von dieser in ihrem rascheren Wachsthume beengten Tochterzellen, mit dem noch freien Theile ihrer centralen Oberfläche sich vollends aneinanderlegen und so diese eingesenkte Haut zwischen sich einschliefsen.

Von der mehr oder minder vorgeschrittenen Berührung der Tochterzellen mit ihrer centralen Oberfläche zur Zeit dieses Vorganges, hängt die Tiefe ab bis zu der die Falte der secundären Zelle in die entstehende Scheidewand eingeschlossen wird.

Schon durch eine Krümmung oder Einsenkung eines oder des andern Chlorophyllschlauches, macht sich die Seite der Gliedzelle bemerkbar, an welcher die Verflüssigung der kleinen, um den Zellkern liegenden Absonderungszellen rascher vor sich geht, wie die gewöhnlich gleichzeitig mit ihr stattfindende Vergröfserung der benachbarten jungen Gliedzellen.

Nicht selten finden sich neu entstandene Scheidewände, die an einer Seite keine Spur einer Falte der Mutterzelle zwischen sich einschliefsen, die vielmehr die wohlerhaltenen Chlorophyllschläuche vollkommen deutlich auf ihrem Umkreise

*) Bei fortschreitendem Verdunsten von nicht chemisch reinem Wasser, wird continuirlich eine Aenderung der Beschaffenheit des Wassers eintreten; und gleichfalls leidet die Pflanze in destillirtem Wasser.

erkennen lassen, (wie in Fig. 58*a* von *Sp. nitida* gezeichnet wurde *), während an der anderen Seite des Umkreises der Mutterzelle, eine derartige Falte sich mehr oder weniger tief zwischen den beiden Platten der Scheidewand eingeschlossen findet.

Diese eingeschlossenen, später ohne Zweifel resorbirt werdenden, Falten der Haut der secundären Zelle verdicken sich anfangs, an die pag. 32 und 36 beschriebenen Falten der Chladophora erinnernd, ebenso wie ihr peripherischer Theil, während die ihnen anliegenden Chlorophyllschläuche sogleich resorbirt werden.

Die alsbald eintretende Verdickung der Häute der Tochterzellen und ihre Verwachsung mit denen der Mutterzelle, beginnt in den die Scheidewand bildenden Theilen schon vor der beendigten Resorption der sie umhüllenden Chlorophyllschläuche.

Ist die Resorption dieser Absonderungsstoffe sehr verlangsamt, so kann man an der mit endosmotischen Flüssigkeiten behandelten Gliedzelle, in gewisser Stellung, die neue halb verdickte Scheidewand schon mit der Haut der Mutterzelle an jeder Seite vereinigt sehen, während sie unter den Chlorophyllschläuchen noch frei ist; in der Art wie es Fig. 74 und 75 an dem einen Schlauche zeigt.

Es kommen aber auch Erscheinungen vor, die dafür sprechen, dafs bei den Spirogyren nicht immer den Zellkernen allein, wie eben beschrieben, die Entwickelung zu neuen Gliedzellen zukommt, dafs vielmehr auch die beiden sehr grofsen Secretionszellen (Fig. 61 und 72) die Grundlage der neuen Gliedzellen sein können, welche sich in manchen Arten schon dadurch als den Gewebezellen verwandt characterisiren, dafs sie schon wieder zwei gröfsere und oft viele kleinere Zellen einschliefsen.

In diesen beiden Absonderungszellen, welche sich allmälig so sehr vergröfsern, dafs sie endlich den ganzen Raum der Gliedzelle füllen, indem sich gleichzeitig die übrigen ihnen gleichwerthigen Zellen vermindern, finden wir demnach die beiden farblosen rasch sich vergröfsernden und sich zu neuen Gliedzellen entwickelnden Tochterzellen repräsentirt, die beim Oedogonium**) als solche, während aller ihrer Entwickelungsstadien, durch directe Beobachtung mit Sicherheit erkannt werden konnten.

Letzteres ist nun freilich bei den sehr hinfälligen Spirogyren bisher nicht gelungen***), weshalb man sich genöthigt sieht, aus vielen einzelnen Beobachtungen ein zusammenhängendes Bild ihrer Entwickelungsweise zu combiniren, wobei man um so leichter in Irrthümer gerathen kann, als das Studium der im Innern der Gliedzellen vor sich gehenden Entwickelung der farblosen Zellen durch Reagentien unterstützt werden mufs, deren Wirkungsweise bisher nicht genügend bekannt ist.

---

*) Es ist dies eine Gliedzelle, in welcher die beiden die Scheidewand bildenden Tochterzellen aus einer mir nicht bekannten Ursache nicht vollständig zur Berührung gekommen, oder nicht in solcher geblieben waren, was ich öfter an cultivirten Pflanzen beobachtet habe und durch Zerrung derselben zur Zeit der Entfaltung der Gliedzellen hervorgebracht vermuthe.

**) Auch erinnern sie an die grofsen hellen Zellen, welche bei der Gliedzellenvermehrung der Cladophora unter der dichten Schicht von Secretionszellen allmälig hervortreten.

***) Wird eine vollständig entwickelte *Sp. orthospira* Naeg? (deren Copulation ich noch nicht beobachtete) einige Stunden in kohlensaures Wasser gelegt, so sieht man die beiden bezeichneten endogenen Zellen stark ausgedehnt und nicht selten so aneinander gepreſst, dafs dadurch eine ganz der in natürlicher Entwickelung neuentstandenen gleiche Scheidewand hergestellt ist; es ist jedoch dieselbe in diesem Falle nicht durch freie Entwickelung entstanden, sondern ein Kunstproduct

Betrachten wir zunächst diejenigen Arten in deren gestreckten Gliedern Zellkerne wohl vorhanden sind aber keine Tochterzellen zu erzeugen scheinen. Ist dies wirklich der Fall, so würden die neuen Gliedzellen in diesen Arten gesetzlich innerhalb der secundären Zelle der Gliedzelle entstehen.

In Fig. 74 ist eine Gliedzelle der Sp. Weberi dargestellt, welche durch die neuentstandene zarte noch flache Scheidewand in zwei Hälften getheilt ist, während der Chlorophyllschlauch noch in vollständigem Zusammenhange der inneren Oberfläche der Mutterzelle anliegt, wie es oben von der *Sp. princeps* angeführt wurde. Beobachtet man einen solchen Zustand einige Stunden, so sieht man deutlich wie die Substanz des Chlorophyllschlauches, an der Berührungsstelle mit der Scheidewand, seine grüne Farbe verliert und endlich vollständig resorbirt wird; in 4 — 5 Stunden ist dieser Vorgang bis zu dem Fig. 76 gezeichneten Zustande vorgeschritten, in welchem der Chlorophyllschlauch in zwei vollständig gesonderte Theile getrennt ist. Die Scheidewand zeigt zu dieser Zeit noch keine Andeutung von der später sich bildenden ringförmigen Falte.

Ohne Zweifel gehen mit dieser Resorption des Secretionsstoffes der Mutterzelle entsprechende Neubildungen in den Tochterzellen vor sich; diese zu beobachten, wie es beim Oedogonium geschah, gelingt jedoch nicht.

Eine wohl in den meisten jungen Gewebezellen sich wiederholende Erscheinung ist es, dafs die organisirten Secretionsstoffe, vorzüglich das Amylum und Chlorophyll, während ihres Wachsthums der inneren Wandung der Membran der secundären Zelle anhaften, welche dann gleichfalls noch in der Entwickelung begriffen ist. Später aber wenn eine lebhaftere Assimilationsthätigkeit auch von der bis dahin ruhenden Kernzelle, zum Zweck ihrer vor- oder rückschreitenden Metamorphose, übernommen wird oder wenn neben derselben sich Tochterzellen entwickeln, trennen sich die Secretionsbläschen von der Wandung der secundären Zelle, schwimmen in dem Zellsafte oder senken sich auf die in resorbirender Thätigkeit begriffenen endogenen Zellen herab, in deren flüssigem Inhalte z. Th. neue Absonderungszellen entstehen, die anfangs im Zellsafte schwimmen, später der inneren Oberfläche der secundären Zellhaut anhaften.

Die pag. 56 erwähnten Bläschen in dem Zersetzungsproducte des Inhaltes der Mutterzelle und der Tochterzellen deuten auf eine solche gleichzeitige Regeneration der Secretionszellen mit derjenigen der endogenen Gewebezellen hin. Die Chlorophyll enthaltenden Bläschen sind jedoch nie gleichzeitig als Inhalt der Mutterzelle und auch der Tochterzelle mit Sicherheit nachzuweisen. Sie würden unter den vorausgesetzten Verhältnissen der äufseren und inneren Oberfläche der Tochterzellen-Häute, wie ich vermuthe, in der Art bedecken, dafs sie mit einander correspondiren.

Auch sprechen einige Erscheinungen dafür, dafs mit der gleichzeitigen Resorption des Chlorophylles der Mutterzelle in den vergröfserten und die Mutterzelle ganz ausfüllenden Tochterzellen (Fig. 74 und 76) dasselbe wieder neu gebildet wird; doch sind sie nicht hinreichend beweisend.

Gleichzeitig nämlich mit dem Resorbirtwerden des Chlorophyllschlauches oberhalb der neuen Scheidewand (Fig. 74) erkennt man neben dieser Stelle eine Neubildung von Chlorophyll, wodurch eine Verlängerung der getrennten Enden in

der Art hervorgebracht wird, dafs das eine Ende mehr nach rechts, das andere mehr nach links gewendet an dem Umkreise der neuen Scheidewand hinwächst. Dieses neuentstandene Chlorophyll hat stets ein helleres Grün als der alte Schlauch und natürlich nicht die grofse Amylumbläschen. Dafs es neuentstandene Theile sind ist evident, jedoch nicht zu unterscheiden ob es, wie wahrscheinlich, die Verlängerung eines innerhalb der Tochterzelle unter dem alten Schlauche liegenden neuen Schlauches ist, oder die unmittelbare Verlängerung des theilweise resorbirten selbst.

Läfst man auf die in der Scheidewandbildung begriffenen Zellen (74 und 76) verdünnte Glycerin- oder Chlorcalcium-Lösung einwirken, so treten Erscheinungen ein die denen, welche an der Zelle vor der Theilung (Fig. 78 und 79) beobachtet wurden, sehr ähnlich, ihrer Natur nach aber sehr verschieden sind.

In dem Fig. 78 und 79 gezeichneten Falle wird die zarte secundäre Zelle mit dem ihr innen anliegenden Chlorophyllschlauche über die beiden Tochterzellen wie pag. 55 beschrieben zusammengezogen und zerreifst endlich zwischen diesen beiden in der Mitte, gemeinschaftlich mit dem hier gleichfalls fadenförmig ausgezogenen Chlorophyllschlauche.

In dem Fig. 75 gezeichneten Entwickelungszustande, sind es die secundären Zellen der zur neuen Gliedzelle gewordenen Tochterzellen, — deren endogene Zellen noch ziemlich unentwickelt und von gleicher Gröfse sind, — welche sich von ihren primären Zellhäuten trennen und über den ganzen festen Inhalt contrahiren, während ihr flüssiger Inhalt sich exosmotisch entleert.

Die Scheidewand ist vollkommen gleichförmig verdickt nur dort durchbrochen, wo der Chlorophyllschlauch liegt; nicht aber, wie es nach der Vorstellungsweise der Scheidewandbildung durch eine ihren Inhalt einschnürende Kreisfalte der Haut der Mutterzelle sein müfsten, im Centrum der Scheidewand, sondern der Lage des Chlorophyllschlauches vor der Einwirkung jenes Reagens entsprechend, an der Peripherie derselben.

Man sieht dies besonders dann sehr deutlich, wenn die Scheidewand, welche sich durch das Aneinanderlegen der endogenen Zellen bildete, den Chlorophyllschlauch dort berührt, wo in ihm eins der grofsen dickwandigen Amylumbläschen liegt, welches längere Zeit zu seiner Resorption bedarf. Denn trifft die Scheidewand den Chlorophyllschauch an einer dünnen Stelle zwischen seinem festeren Inhalte, so wird er meistens während der Einwirkung des Reagens durch den Druck den dasselbe auf die Membran, der er anklebt, ausübt, zerrissen und man erhält dann ein der Fig. 77 ähnliches Bild.

Die mit der Scheidewandbildung zugleich eintretende Verdickung der primären Haut der Tochterzelle, wie auch die der secundären Haut der Mutterzelle schreitet von der Scheidewand nach den Enden der Mutterzelle hin vor; daher tritt hier die auffallende Erscheinung ein, dafs der Chlorophyllschlauch, an den der Scheidewand abgewendeten Enden, von einer Membran bedeckt ist (Fig. 75 u. 77), während er neben der Scheidewand, (vor seiner Resorption), frei auf der Oberfläche der sich zusammenziehenden endogenen Zellen liegt.

Es erklärt sich dies wohl daraus, dafs die secundäre Haut der Mutterzelle sowie die primäre Haut der Tochterzelle in der unmittelbaren Nähe der Scheidewand, durch jene Reagentien nicht mehr contrahirt werden, da sie hier schon aus

dem weichen und zähen Zustande in den compacten resistenten übergingen, wohl aber noch in einigem Abstande von dieser Scheidewand; daher sie an der Grenze dieser beiden verschiedenen Aggregatzustände zerreifsen.

Dieser weiche und zähe Zustand der Zellhäute ist wie mir es scheint, characteristisch für die Entwickelungsperiode, welche der Verdickung der Zellhaut vorhergeht. Vor diesem Uebergangszustande ist dic Zellhaut zarter aber elastischer, darauf verliert sie die Elasticität wird dicker, scheint aufgequollen fast gallertartig und dann verdichtet sie sich wieder und wird fest.

Ist die Resorption des Chlorophyllschlauches oberhalb der neuen Scheidewand beendet, welche nun wahrscheinlich nach den Enden der Mutterzellc hin fortschreitet — (während gleichzeitig die Veränderung der Häute der benachbarten Zellen und die Entstehung von neuem Chlorophyll im Innern der Tochterzelle vor sich geht) — so zeigt die Zusammenziehung der nicht verdickten Haut der Tochterzelle in Folge der Einwirkung verdünnter diosmotischer Flüssigkeiten wieder die gewöhnliche Erscheinung, indem die Trennung der Häute in der Scheidewand nicht in der Peripherie, sondern im Centrum zuletzt vor sich geht (Fig. 76 und 77). Sie hat dann grofse Aehnlichkeit mit derjenigen wo die Mutterzelle noch gar nicht getheilt ist (Fig. 78, 79). Dort zerreifst jedoch dic sich zusammenziehende Haut der Mutterzelle in der Mitte zwischen den beiden sich zusammenziehenden Tochterzellen, hier, falls ein Zerreifsen derselben überhaupt noch stattfindet, in der Nähe der Enden der Mutterzelle.

Wollte man diese Art Scheidewandbildung durch Faltenbildung erklären, so wäre hier anzunehmen, dafs die Falte der Häute der Gliedzelle von einer Seite zur andern den Zellraum durchwachse, indem sie stets von der dem Chlorophyllschlauche gegenüberliegenden Seite beginne und, sich an die gegenüberliegende Wandung anlegend, bei diesem ende.

Es hat diese Annahme das gegen sich, dafs ich bisher nie eine solche hineinwachsende Falte an den beobachteten lang- und dünngliedrigen Arten erkannte wohl aber sehr häufig die Scheidewandbildung in allen ihren Stadien überwachte von dem Moment an, wo sie als zarte, kaum mefsbare quer durch die Zellhöhle gespannte Membran zu erkennen ist, neben welcher der Chlorophyllschlauch wie beschrieben in seiner ganzen Continuität liegt, bis zu dessen beendeter Resorption an der Grenze dieser inzwischen sich verdickenden Scheidewand.

Diese Scheidewandbildung mittelst Tochterzellen der secundären Giedzellen, kommt in den Spirogyren, welche in ihren Gliedzellen mehrere Chlorophyllschläuche enthalten, gleichfalls und vielleicht ebenso häufig vor, wie jene oben (pag. 62) beschriebene, durch die in der Kernzelle entstandenen Tochterzellen.

In beiden Fällen machen es die zu mehreren vorkommenden Chlorophyllschläuche möglich, sich mit vollständiger Sicherheit davon zu überzeugen, ob mit der durch endogene Zellen hervorgebrachten Scheidewand zugleich eine Faltenbildung der Mutterzellc stattgefunden hat oder nicht. Auch dann wenn die Tochterzellen der secundären Gliedzelle die neuen Gewebezellen bildeten, habe ich häufig gesehen, dafs alle Chlorophyllschläuche noch im vollständigen Zusammenhange über der neuen Scheidewand lagen.

Der Zellkern der Mutterzelle scheint bei dieser Vermehrungsweise der Glied-

zellen stets resorbirt zu werden, während in den neuen Gliedzellen auch neue Zellkerne auftreten.

Auch diese Entwickelungsweise beobachtete ich vorzüglich an der *Sp. decimina* und *nitida*; die *Sp. orthospira* eignet sich weniger dazu wegen ihrer zartwandigen Chlorophyllschläuche.

Zu diesen Beobachtungen benutzte ich Objectträger aus sehr dünnem Glase, auf denen ich daher, indem ich sie umwendete, das Object ohne es aus seiner Lage zu bringen auch von der Rückseite mit stark vergröfsernden Linsen beobachten konnte.

Die Fig. 59—61 stellen Zustände der *Sp. nitida* während dieser Scheidewandbildung dar.

In Fig. 61 sind die beiden noch kernlosen Tochterzellen, durch verdünnte Glycerinlösung etwas contrahirt und von der gleichfalls zusammengezogenen Haut der secundären Mutterzelle bedeckt. Die Chlorophyllschläuche, die sich in dieser Periode häufig, aber nicht immer an der Berührungsstelle der beiden endogenen Zellen fast horizontal, parallel der Scheidewand legen, sind hier, nach der Contraction der Tochterzellen, über den Zellkern ihrer Mutterzelle zusammen gewickelt.

In Fig. 59 war bei *a* in der neuen von den Chlorophyllschläuchen allseitig bedeckten Scheidewand, der Zellkern der Mutterzelle eingeklemmt und in der Resorption begriffen.

Fig. 60 ist ein etwas weiter vorgeschrittener Entwickelungszustand, die neue Scheidewand ist hier durch längere Einwirkung von kohlensaurem Wasser in die beiden Platten getrennt, deren Verdickung nicht von dem ganzen Umkreise, sondern von der einen Seite begann. Nach der Maceration dieser Zellen in Chlorcalcium-Lösung, waren die noch nicht verdickten Theile der primären Zelle stark aufgequollen und wurden durch Jod tief veilchenblau gefärbt.

An denselben Exemplaren, so wie an den neben ihnen cultivirten, an denen ich auf diese Weise mit vollkommener Sicherheit die Vermehrung der Gliedzellen durch endogene Zellenbildung erkannte, beobachtete ich gleichfalls häufig nach Innen gerichtete Kreisfalten der Gliedzellenwand, und noch mit weit gröfserer Klarheit, wie in den oben pag. 63 beschriebenen Fällen, da die Falten sich hier in der Regel durch bedeutende Dicke, welche nach dem centralen Rande gewöhnlich noch zunimmt, leichter unterscheiden liefsen.

In dem geringsten Grade dieser Faltung, waren die kernlosen Tochterzellen etwa in dem Maafse entwickelt, wie es Fig. 61 darstellt; zwischen ihnen senkte sich die Wandung der secundären Haut der Gliedzelle mit den unverändert regelmäfsig anliegenden Chlorophyllschläuchen, so weit hinab, dafs sie eine ebenso tiefe als breite Falte bildete.

Das andere Extrem dieser Faltenbildung habe ich in Fig. 82 von einer Pflanze gezeichnet, die einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatte; daher die Verdickung der primären Haut ihrer Gliedzellen. Die endogenen Zellen liegen hier in ihrer ganzen Breite nebeneinander und bilden eine vollständige Scheidewand. Zwischen ihnen eingepreſst befindet sich eine Falte der Wandung der Mutterzelle, die in diesem Falle nicht regelmäfsig von dem ganzen Umkreise aus, in den Zellraum zwischen die Tochterzellen hineingewachsen ist, sondern nur zum Theil tief in denselben hineinragt, während ein anderer Theil des Umfanges unverändert geblieben ist.

An diesem von der Faltung nicht betroffenen Theile, sieht man die mit der Falte gleichzeitig verlängerten gekrümmten und gebogenen Chlorophyllschläuche, wie wenn sie schon von einer mechanischen Einschnürung betroffen wären. Andere derselben sind, wie bei der normalen Scheidewandbildung, in Stücke getrennt. Eine solche Gliedzelle von der vollkommen gefalteten Seite gesehen, kann leicht für vollständig getheilt gehalten werden und mehr noch kann man durch die Lage der neuen Zellkerne getäuscht werden, wenn sie, wie in dem gezeichneten Falle, grofs und mit körnig-schleimigem Stoffe erfüllt, in jeder der beiden neuen Zellen nicht in der Mitte, wie in den oben pag. 62 beschriebenen Fällen, sondern an der neuen Scheidewand liegen und, in gewisser Richtung gesehen, wie ein durch die Falte durchschnittener Zellkern erscheinen.

Selten scheinen diese Falten (Fig. 82), wie bei der Cladophora, mehr oder minder tief frei in die Zellhöhle hineinzuragen, doch habe ich dies wiederholt auch an vollkommen gesund aussehenden Pflanzen, besonders der *Sp. orthospira*, beobachtet.

An kranken und absterbenden Pflanzen, deren Gliedzellen oft unverhältnifsmäfsig kurz sind, kommen die Hautfalten in der Regel entwickelter vor, so dafs es fast scheint, es stehe die Entwickelung beider in gewisser Wechselbeziehung.

Am leichtesten kann man sich die Ansicht dieser Falten verschaffen, wenn man Spirogyren längere Zeit in kohlensaurem Wasser liegen läfst, bis alle endogenen Zellen der Gliedzellen zerstört sind. Es zieht sich dann bei Einwirkung verdünnter endosmotischer Lösungen, die Haut der secundären Zelle mit den ihr noch anliegenden Chlorophyllschläuchen von der primären eingefalteten Zellhaut leicht zurück und giebt ein Bild, welches in der That geeignet scheint, die Abschnürungstheorie zu bestätigen, würde man nicht durch die Entwickelungsgeschichte und Analogie enttäuscht.

Diese Falten, die in allen Abstufungen der Breite und Formverschiedenheit vorkommen, sind aber ebenso wenig dazu bestimmt, eine Vermehrung der Gliedzellen durch Verwachsung ihres freien centralen Randes auszuführen, wie diejenigen der Cladophora, von denen ich manche monatelang unverändert beobachtet habe, was leider bei der Spirogyra nicht ausführbar ist; von der ich jedoch einzelne mehrere Tage hindurch, ohne eine Aenderung der Falte wahrzunehmen beobachten konnte bevor die Zelle abstarb.

Aus diesem Grunde ist es durchaus unzulässig, diese Zellhautfalten für Hemmungsbildungen von Scheidewänden zu halten, so lange nicht in einem einzigen Falle die Entstehung einer solchen Scheidewand durch Verwachsung der centralen Ränder einer wirklichen Falte nachgewiesen ist: vielmehr nur beobachtet wurde, dafs unentwickelt bleibende Falten als Begleiter einer nicht ganz ungestört vor sich gehenden Entwickelung endogener Zellen auftreten, während bei normaler Entwickelung der letzteren die neu entstehenden Scheidewände als endogene unzweifelhaft zu erkennen sind.

XI.

Zwei Ansichten stehen in der Histologie direct sich gegenüber: die der endogenen Zellenbildung und die der Zellentheilung; darin stimmen jedoch die Vertreter beider überein, dafs die Wände der entstandenen Zellen sich schichtig verdicken können.

Durch diese schichtige Verdickung, deren eigentliches Wesen freilich wieder sehr verschieden aufgefafst wird, erklären sich die Anhänger der Theilungstheorie nicht nur die an jeder einzelnen Zelle vorkommenden, in einander geschachtelten Membranen; sondern auch die allgemeine Hüllzelle des ganzen Organismus, sowie auch die Zwischenzellsubstanz, so weit das Vorhandensein der letzteren überhaupt zugegeben wird.

Nach dieser Theorie mufs die äufsere Verdickungsschicht der ersten, frei entstandenen, die Grundlage des sich entwickelnden Organismus bildenden Zelle der Anfang der Hüllhaut sein; sie entsteht während bei andauernder Volumenvermehrung der Zelle deren Raum, durch Faltenbildung ihrer inneren Schicht (des Primordialschlauches), wiederholt in kleinere Fächer getheilt wird.

Jede dieser so entstandenen Zellen soll die sie zu einem zusammenhängenden Gewebe vereinigende Bindemasse, die Zwischenzellsubstanz, aussondern; ebenso wie die verschiedenen Schichten, aus welchen die Zellwand überhaupt besteht, von dem Primordialschlauche nach aufsen und innen ausgesondert ist.

Diejenigen Histologen, welche die Zellen nicht durch Abschnürung sondern als selbstständige Gebilde, frei im flüssigen Inhalte der Mutterzelle entstehen sehen und die sich davon überzeugt haben, dafs gleichzeitig mit den durch die Assimilationsthätigkeit der Zellhaut hervorgebrachten Anwachsschichten meistens eine theilweise chemische Umänderung derselben, und in vielen Fällen eine ihrer organischen Thätigkeit entsprechende Regeneration der Mutterzelle durch endogene Entwickelung von Tochterzellen stattfindet — weichen von jener Ansicht über die Entstehung der Zwischenzellsubstanz nur in sofern ab, als sie die Anwachsschichten nicht durch Aussonderung der ursprünglichen Zellhaut, (des Primordialschlauches), sondern durch Intussusception in ihre Masse entstehen lassen. Auch sie nehmen an, dafs die ohne Zweifel in den Zwischenräumen der lebensthätigen Zellen vorhandene Zwischenzellsubstanz, die jeweilige äufserste Zellhaut oder Schicht einer Zellhaut sei; aber dafs diese in der Art durch ihre Assimilationsthätigkeit verändert sei, dafs sie der auflösenden Kraft der Nahrungsflüssigkeit, welche das Pflanzengewebe durchtränkt, unterliege und in die Masse dieses aufgenommen werde.

Jene Erklärung aber der Entstehung der Hüllhaut, *cuticula*, als Aussonderung der Epidermis, entspricht nicht den sichtbaren Eigenschaften dieses seit ihrem Entdecker Brongniart als zartes homogenes Häutchen bekannten Ueberzuges der Epidermis.

Denn sollten die Schichten der Zellwand und mit ihnen die *cuticula* nur durch Aussonderung der Zellen entstehen, so würde die homogene Beschaffenheit dieser Hüllhaut mit der ersten Theilung der Keimzelle verloren gehen, da sie nun von zwei,

bald von vier und bald von vielen Zellen, endlich von der ganzen Epidermialschicht ausgesondert wird. Sie müfste vielmehr, dieser Entstehungsweise gemäfs, eine dem Umrisse der Epidermialzellen entsprechende Structur zeigen, wie sie auch wirklich der von Mohl als Cuticularschichten bezeichnete, äufserste, den Epiderminalzellen angehörende Ueberzug der Epidermis besitzt.

Soll die homogene, im Alter wohl schwach gekörnte oder gestreifte, aber keine zellige Structur zeigende Hüllhaut dennoch aus der ersten Aussonderungsschicht der ersten Zelle abgeleitet werden, so mufs man dieser ersten Aussonderungsschicht die Eigenschaft vindiciren, selbstständig Stoff aus der Umgebung sich anzueignen und da sie nirgend ihn vorbereitet findet, um nach Art des unorganischen Wachsens durch Apposition ihn zu ihrer Substanz hinzuzufügen, wird ihr die Eigenschaft zugestanden werden müssen, ihn aus heterogenen Stoffen selbst sich zu bereiten, gemäfs der ihrer eigenen Substanz innewohnenden chemischen Verwandtschaft.

Es wird also dieser ersten Aussonderungsschicht der ersten Zelle schon die Thätigkeit zugestanden werden müssen, die eigentlich nur der innern Zelle der sie ihr Dasein verdankt zukommen soll. Sie selbst, diese Aussonderungsschicht, wird die Eigenschaften der assimilirenden Zellmembran besitzen müssen, sie wird nicht ein mechanisch ausgesondertes Educt des ausgeschwitzten Zellsaftes, sondern ein Theil eines organisirten Gebildes, die Haut einer selbstständigen Zelle sein müssen, in der die eingeschlossenen Zellen entstanden.

Hiermit stimmt denn auch vollkommen das Ergebnifs des Studiums der Entwickelungsgeschichte dieses Organs überein, welches ich im J. 1848 in der botanischen Zeitung veröffentlichte.

Ich fand damals, und wiederhole mit Leichtigkeit jederzeit den Versuch, dafs durch endosmotisch wirkende Flüssigkeiten (verdünnte Mineralsäuren, Zuckerlösung etc.) sich von den verschiedenen Entwickelungsstufen des im Embryonalsack befindlichen Keimlinges eine zarte structurlose Haut abheben läfst, deren jüngster Zustand mithin die Haut der Keimzelle ist und die mit denselben Mitteln als äufserster Ueberzug aller noch cambialen Organe der sich entwickelnden Pflanze nachgewiesen werden kann.

Der Einwand, dafs eine Zelle nicht bis zu der Ausdehnung sich vergröfsern könne um eine ganze Pflanze zu überziehen, ist der Idee des Wachsthums der Zellhaut durch Apposition entsprungen, mithin nicht zutreffend, da die Zellhaut und ganz besonders die Cuticula wie gesagt nicht durch Apposition sich vermehren kann, da die Materie aus der sie besteht, sich nicht in der Umgebung aufgelöst findet.

Ein selbstständiges, in vielen Fällen durchaus unabhängig von der benachbarten Zellwand stattfindendes Wachsthum der Cuticula erkennt man mit Sicherheit an den pag. 34, Fig. 45 angeführten Beispielen.

Ganz gewöhnlich scheint freilich eine innige Wechselbeziehung zwischen der Cuticula und den benachbarten Zellen stattzuhaben, allein es dürfte dieselbe doch wohl kaum je als eine Erzeugung jener von diesen aufgefafst werden können.

Wenn das Fehlen der Cuticula über dem Oberhautgewebe der Wurzeltheile, während sie an gleichaltrigen Stammtheilen vorkommt, auch eine solche Erklärung gestattete: so möchte die an letzteren sogleich nach Verletzung der Cuticula oder der sie vertretenden Cuticularschichten eintretende Korkbildung dennoch gerade die um-

gekehrte Behauptung zulässig erscheinen lassen. Wie ja auch in der That die Cuticula früher vorhanden ist als die Epidermis.

Die eigenthümliche Entwickelung der Häute der Oedogonien giebt gleichfalls einen ebenso auffallenden als interessanten Beleg für die wechselseitige Abhängigkeit benachbarter Zellen. Denn ist das wagerechte Einreifsen der Hüllhaut derselben ringsum über die angrenzende Falte der Gliedzelle nicht etwa nur dadurch zu erklären, dafs die sich ungewöhnlich verdickende Haut der Gliedzelle allen Nahrungsstoff selbst assimilire, daher für die Hüllhaut nichts aussondere. Es würde diese dann an dieser Stelle dünner bleiben müssen wie an den übrigen Theilen, was aber nicht der Fall ist. Im Gegentheil erscheint die Cuticula bis zu der Epoche des Zerreifsens, überall ganz gleichförmig; ihrem Zerreifsen geht aber ein Zerfallen ihrer Substanz in sich vorher; es scheint fast als werde sie in einen zerfliefslichen schleimigen und in einen unlöslichen, körnigen Theil zerlegt, was besonders in den pag. 18 Fig. 25 beschriebenen Fällen, in denen eine Streckung der Gliedzelle nicht stattfindet, erkannt werden kann.

Die an den Spirogyren beobachteten Verhältnisse lassen selbst vermuthen, dafs vielmehr das Umänderungsproduct der Hüllhaut der benachbarten Membran der Gliedzelle als Nahrung diene.

Freilich haben die Spirogyren, wie vielleicht alle Conjugaten keine eigentliche Cuticula*), die primären Häute der Mutterzellen vertreten indessen die Function**) derselben***), weshalb die Erscheinungen welche diese darbieten, wohl als Analoga der Cuticularentwickelung gedeutet werden dürfen. Läfst man die *Sp. orthospira* einige Zeit in destillirtem Wasser vegetiren, so nimmt die sehr dicke Cuticularschicht fortwährend an Dichtigkeit ab, bis sie zuletzt fast gänzlich, eine sehr dünne innerste Schicht ausgenommen, verschwindet; in kohlensaurem Wasser geschieht dies noch rascher, in welchem dann gleichzeitig die primären Häute der Gliedzellen sich verdicken. Fügt man dagegen organische Verbindungen dem Wasser hinzu, so verdichtet sich die Cuticularschicht augenscheinlich; die Gliedzellen hängen dann fester aneinander, während sie in jenem Falle sich leichter trennen.

Mir scheint die einfachste Erklärung für diese Erscheinungen nicht die zu sein, dafs die Cuticularschicht von den besser oder schlechter ernährten Gliedzellen mehr oder minder vollkommen regenerirt werde, sondern dafs sie vielmehr selbst die vorhandenen von aufsen und innen ihr gleichzeitig zufliefsenden Nahrungsstoffe assimilire und auf die inneren Zellen übertrage oder, wenn jene Nahrungsstoffe fehlen, auf Kosten der eigenen Substanz das Nährgeschäft fortsetze und endlich an Atrophie untergehe, während die benachbarte Haut der Gliedzellen mehr wie regelmäfsig an Masse gewinnt.

Ebenso wird auch wohl die sich entwickelnde Hüllhautzelle, bis zu ihrer vollständigen Entfaltung die Fähigkeit besitzen, die sie durchtränkende Nahrungsflüssigkeit zu assimiliren, bis sie endlich, je nach ihrer specifischen Natur früher oder

---

*) Auch die Oedogonien und die sich in ähnlicher Weise entwickelnden Pflanzen gehören hierher.

**) Das eigenthümliche Abgliedern eines ringförmigen Stückes der Oberhaut von zwei benachbarten Gliedern einer zerfallenden Spirogyra, das ich an der *Sp. orthospira* (Fig. 68 c) und *Sp. nitida* beobachtete, zeigt durch seine Structur, dafs die Oberhaut den Cuticularschichten ähnlich entstanden, also keine Hüllhaut ist.

***) Vielleicht erklärt dieser Umstand das häufige Fehlen eines Wurzelorganes.

später, selbst wenn auch nur als Oxydationsproduct, dem assimilirenden inneren Gewebe als Nahrungsstoff dient.

Aehnliche Entwickelungsphasen wie die Hüllhaut, haben nun auch die verschiedenen Häute und Hautschichten jedes einzelnen, das Zellgewebe zusammensetzenden Zellsystemes zu durchlaufen; das Verflüssigungsproduct der äufsersten dient endlich den inneren noch lebensfähigen oder den in anderen Regionen des Organismus sich entwickelnden als Nahrungsstoff.

Seitdem wir wissen, dafs die durch Umwandelung der jüngsten, vielleicht stickstoffhaltigen Zellhaut gebildete Cellulosemembran sich während andauernden Stoffwechsels sowohl in Lignin, Xylogen, Korkstoff, Harz und Wachs als auch in Bassorin, Gummi, Schleim und Zucker verändert dürfte die Meinung: das Ziel und Ergebnifs des Stoffwechsels der Pflanzenzelle sei die Bildung von Cellulose, dahin zu modificiren sein, dafs viele, vielleicht die meisten Pflanzenzellen diese chemische Beschaffenheit ihrer Haut als einen ihrer nothwendigen Entwickelungszustände zu durchlaufen haben — ein Zustand der von vielen derselben freilich kaum erreicht oder überschritten worden ist, wann der Organismus dem sie angehören schon seinen Lebenscyclus beendete — dafs aber auch in vielen Fällen die Cellulose-Zellhaut die sie durchdringende Flüssigkeit noch zu fernerem Stoffwechsel verwende.

Dazu gesellen sich andere, theilweise im Vorhergehenden mitgetheilte Fälle von selbstständigem Wachsthume von Zellhäuten und auch Cellulosezellhäuten, z. B. die eigenthümliche Faltenbildung der primären Haut der Oedogoniengliedzelle pag. 19 Fig. 49, welche gegen die Ansicht des Ausgesondertwerdens einer Zellmembran von der benachbarten sprechen.

Und nicht allein die Haut der primären Zelle erleidet chemische Metamorphosen und führt unabhängig von den benachbarten Zellhäuten eigene Formenänderungen aus; gleiche oder sehr ähnliche Erscheinungen finden sich an der Haut der secundären Zelle als die aus ihr entstehenden „secundären Absonderungsschichten“; denn wären die unter dieser Bezeichnung bekannten Schichten der Zellhaut nur Aussonderungen auf der inneren Seite eines Primordialschlauches, so müfste derselbe nothwendiger Weise sichtbar sein, so lange man diese Schichten sich vermehren sieht.

Nie wird jedoch zwischen den sogenannten äufseren und inneren Absonderungsschichten eine Haut gefunden, die die Eigenschaften des Primordialschlauches besäfse; vielmehr bin ich durch vielfältige Beobachtungen belehrt, dafs die durch Jod gefärbt werdende Haut der secundären Zelle sich in ihrer zarten, elastischen Beschaffenheit nicht mehr findet, sobald die inneren Aussonderungsschichten zur Erscheinung kommen, was anzunehmen bewog, dafs der Stoff selbst, welcher den Primordialschlauch zusammensetzt, die Verdickungsschichten giebt, indem er die Art und Weise seiner Thätigkeit ändert.

Um bei den vorliegenden Beispielen zu bleiben, erinnere ich nur an die secundäre Zelle der Pollenmutterzelle der Althaea; man findet nie zwischen ihr und der primären einen Primordialschlauch und dennoch setzt sich lange ihr schichtiges Wachsthum fort.

Es giebt selbst Fälle die einen solchen Stoffwechsel der Membran schon an der Haut der tertiären Zelle (des Zellkernes) unzweifelhaft erkennen lassen, während diese Haut noch weit von der secundären Zellmembran entfernt ist.

In Fig. 16 zeichnete ich eine Zelle, wie sie in der Umgebung der Gefäfsbündel mancher Palmen (der Geonoma, Iriartea, Phönix etc.) vorkommen. In dem Zellkerne dieser fast cubischen Zellen sammelt sich oxalsaurer Kalk in kleinen Krystalldrusen an, wie dies in gleichwerthigen Zellen häufig geschieht. In diesen Zellen fand ich die Haut des Zellkernes, welche der Druse eng anliegt, in Cellulose verändert; ein Verhältnifs das gewifs noch häufig sich finden wird.

Auch in den Kugeln des Oedogonium Fig. 50b zeigen alle Häute des ganzen Zellsystemes Cellulosereaction, was an den jüngsten Zellen derselben Pflanze nicht der Fall ist; hier mufs daher gleichfalls eine Veränderung der letzteren in Cellulose vor sich gegangen sein.

Die Art des Stoffwechsels, welchen die verschiedenen ineinander geschachtelten Zellen einer Gewebezelle nach und nach eingehen, ist abhängig von dem Orte, welchen diese Zelle im Organismus einnimmt; die Form jedoch, welche die Haut derselben während des Stoffwechsels annimmt, hängt nicht allein von dieser Stoffmetamorphose sondern zum Theil auch von der Natur ihres Inhaltes ab.

Ist nämlich der Zellinhalt organisirt, besteht er wieder aus zelligen Bildungen, so üben diese in der Regel einen sichtbaren Einflufs auf die Form der Anwachsschichten aus.

Beide, der organisirte Inhalt, wie auch die durch ihn bewirkte Form der Verdickungsschichten geben Anhaltspunkte für die Beurtheilung der verschiedenen, das Zellsystem einer Gewebezelle zusammensetzenden Schichten.

Denn da ein solches Zellsystem nicht nur aus einer Anzahl von Zellen, sondern jede dieser wieder aus einer Anzahl von Anwachsschichten besteht, ist es oft schwierig, die eigentliche Natur einer Schicht zu erkennen, besonders wenn letztere, was nicht selten vorkommt, nur locker mit einander verbunden oder von chemisch ungleichartiger Beschaffenheit sind; oder wenn die Häute verschiedener endogener Zellen von gleichartiger Beschaffenheit oder aus anderen Gründen nicht von einander zu unterscheiden oder zu trennen sind.

Hier gilt es als Regel, dafs die Anwachsschichten einer Zellwand nie organisirte Körper enthalten; wo ein solcher vorkommt ist die nächst äufsere Haut die Haut oder innerste Hautschicht einer organisirten Zelle.

Die Anwachsschichten können zur Zeit der Resorption wohl durch flüssige Stoffe von einander getrennt sein, aber organisirte Formen umschliefsen sie nicht; dagegen enthalten manche endogenen Zellen des Systemes einer Gewebezelle nur Flüssigkeit, die es schwierig macht sie als Zellen zu erkennen. Ganz gewöhnlich enthalten jedoch wenigstens die secundären und die nächst inneren Zellen organisirte Formen.

Wenn von diesem organisirten Inhalte der secundären Zelle — welcher aus Absonderungsstoffe enthaltenden Bläschen und häufig, wenn nicht die Zelle in Vermehrung begriffen ist, einem Zellkerne besteht — sich eins dieser Secretionsbläschen auf Kosten der übrigen so sehr ausdehnt, dafs es die Gröfse der Mutterzelle erreicht, so wird die tertiäre Zelle (der Zellkern) und der übrige Inhalt zwischen den beiden, dann aneinander liegenden Häuten eingeschlossen, woraus sich die von Unger *) „wandständiger Zellkern“ genannte Form ergiebt, welche Schleiden zu

*) Anatomie und Phys. d. Pfl. 1846, pag. 36.

seiner oben angeführten irrthümlichen Ansicht über Zellengenesis verleitete. In saftig werdenden Früchten, sowie auch in den mit blauem, rothem und manchen Arten von gelbem Farbstoffe erfüllten Zellen entwickeln sich diese Formen.

Gewöhnlich ist aber das Verhältnifs ein anderes, indem die kleinen Secretionsbläschen (Chlorophyll, Amylum, Schleim etc.), während ihrer Entwickelung der inneren Oberfläche der Haut der secundären Zelle anhaften. Später, wenn sich diese Haut chemisch zu verändern und zu verdicken anfängt, werden diese Secrete resorbirt, die Bläschen entschwinden dem Auge, die Stelle aber an der sie hafteten oder noch haften verdickt sich nicht.

Das Studium der Entwickelungsgeschichte der porösen Zellen im Marke der Hoya carnosa, in dem Gewebe des Stammes der Langsdorffia sowie dasjenige der porösen und leiterförmigen Holzzellen der Farrne u. a. m. leitete auf die Erkennung dieser Verhältnisse *).

Damals war es mir entgangen, dafs schon Unger **) in seiner lehrreichen Untersuchung über die Entwickelung der Spiralgefäfse in der Wurzelspitze der Monocotylen zu einem ganz gleichen Resultate gekommen war. Unger beobachtete, dafs die jüngsten durch Verwachsung von Zellenreihen entstandenen Gefäfse eine schleimige Flüssigkeit enthalten, in welcher bald zahlreiche kleine Bläschen auftreten die sich an die Gefäfswandung anlegen, welche sich später zwischen diesen Bläschen, und zum Theil spiralig verdickt

Ein Bild der spiraligen Verdickung der secundären Zelle geben gewisse, öfter erwähnte krankhafte Zustände der *Spirogyra nitens*. Wenn diese Pflanze einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatte und dann in reines Wasser oder in eine sehr verdünnte Lösung endosmotischer Flüssigkeiten gebracht wird, so trennen sich die Chlorophyllschläuche in Folge der Diosmose von den aufgequollenen secundären Zellwänden, wie in Fig. 65 und 66 dargestellt. In diesen jetzt gallertartig-schleimigen Häuten hinterlassen sie rinnenförmige Vertiefungen, da die Haut an den zwischen ihnen befindlichen Stellen wahrscheinlich durch die hier ungehinderte Diffusion stärker verdickte. Die Erscheinung geht bald vorüber, da die Haut sich durch Quellen und, wie es scheint, Verfliefsen im Wasser zu verändern fortwährt.

Ein anderes Bild, gleichfalls spiraliger Anordnung, erhält man zuweilen bei der oben pag. 30 erwähnten Veränderung des Zelleninhaltes der Mougeotien in Tanninlösung. Hier liegen die Secretionszellen nicht der Wandung an, sondern erfüllen den ganzen Zellraum ***).

---

*) *De cella vitali* pag. 33 Tab. I Fig. a—d. — Vegetationsorgane der Palmen Tab. VIII Fig. 1b. — Bau der Cecropia Nov. Act. vol. XXIV. Tom. I pag. 88 Tab. XIII Fig. 4. — Langsdorffia Nov. Act. Vol. XXVI Tom. II Tab. 63 Fig. 5.

**) Linnaea 1841 pag. 385 Taf. 5. Dagegen: Grundz. d. Anat. u. Phys. 1846. pag. 11 und 46.

***) In der *Sp. nitida* beobachtete ich einmal (im Mai) eine merkwürdige Schraubendrehung, einer zwischen eine Reihe endogener Zellen eingedrungenen Hautfalte. Diese Zellen waren kürzer aber besonders die mittleren weiter geworden als die oben und unten angrenzenden normalen Gliedzellen. Einen Kern bemerkte ich nicht in ihnen und was das Auffallendste war, sie lagen nicht wie gewöhnlich mit horizontalen sondern mit c. 40° geneigten Endflächen neben einander. Die Haut der secundären Mutterzelle bildete eine, nicht tief aber überall gleichförmig zwischen gewissen Berührungsflächen dieser Zellen hineinreichende Falte, so dafs sie eine vollkommene Spirale (Schraubenlinie) herstellte. Die Oberfläche dieser endogenen Zellen wurde von vier nebeneinander liegenden mit jener Hautfalte parallel laufenden Chlorophyllschläuchen bedeckt. — Während der Betrachtung contrahirten sich die Chlorophyllschläuche über die bald zerfliefsenden endogenen Zellen; nur die in vier regelmäfsigen Windungen die lange bauchige Zelle umkreisende Hautfalte

Beides sind vielleicht Typen der in der Natur wirklich ausgeführten sehr schwierig zu beobachtenden Spiralbildung, die in jedem Falle durch Verdickung der Zellhaut zwischen anliegenden endogenen Bläschen vor sich geht, in der Art wie die oft beobachteten leistenförmigen Vorsprünge an den secundären Pollenmutterzellen pag. 49 zwischen den Pollenzellen entstehen, deren eigene später verdickende Häute, dann die Fortsetzung dieser Leisten zu sein scheinen.

Wahrscheinlich ist es, dafs die porösen Wände, theils wenn auch selten durch blofse Falten, theils durch ähnliche Verdickung wie von der Spirogyra beschrieben, theils aber dadurch entstehen, dafs nicht nur die Haut der Mutterzelle verholzt, sondern theilweise auch die Häute der ihr anliegenden Bläschen; in der Art wie die netzige Oberhaut der Sporen und Pollenzellen, so wie die einfache Zellenschicht, welche die Saamenschale der Orchideen, Burmanniaceen, Gentianeen etc. bilden.

Dafs die Entstehung der aus Spiralzellen zusammengesetzten Gefäfse, welche als die ersten Gefäfse in dem cambialen Gewebe der Wurzelspitze, und demnach wohl ohne Zweifel auch der Knospen des Stammes und der Aeste, durch Fülle dieses Gewebes an organischen Stickstoffverbindungen befördert wird, zeigten mir Versuche mit Wurzeln von Iriartea*); und dafs auch diese Verbindungen, indem sie die Menge der endogenen zelligen Gebilde vermehren die schraubenförmige Lagerung des organisirten Zelleninhaltes im allgemeinen zu veranlassen scheinen, lassen die pag. 52 angeführten Beobachtungen über die Lage des Chlorophyllschlauches der Spirogyra vermuthen.

Directe, auf diesen Punkt gerichtete Versuche, werden hier Aufklärung verschaffen.

Einige von mir beobachtete rückschreitende Metamorphosen von Porengefäfsen, scheinen mir zur Bestätigung der von Unger und mir gemachten Untersuchungen über den anatomischen Bau derselben dienen zu können.

Die Wandungen der mit Korkzellen angefüllten, porös verdickten Zellen und Gefäfse werden, wie pag. 8 beschrieben, in der Weise resorbirt, dafs die äufseren Membranen zuerst verschwinden; was besonders deutlich an den stark verdickten Zellen der Markscheide erkannt werden kann, deren Häute kurz vor der völligen Verflüssigung, als die innersten letzten Schichten, bedeutend grofse Poren haben (Fig. 15).

---

conservirte sich als Zeuge der flüchtigen Erscheinung. — Wegen des seltenen Vorkommens halte ich diese Organisation für eine Mifsbilduug, aber geeignet die Verwandtschaft des Ring- und Spiral-Gefäfses zu erläutern.

*) Vegetationsorgane der Palmen 1847 pag. 73: In Wurzeln, die acht Tage mit der Spitze in Lösungen von humus- und huminsaurem Ammoniak gestanden hatten, waren die Spiralfasern bis nahe in die Spitze, bis zum Cambium, verlängert; die Zusammensetzung derselben aus Spiralzellen war hier besonders deutlich zu erkennen. —

In vielen Stengeln und Blättern finden sich Bildungscentra (Knoten), in denen die Zellenbildung länger andauert und von denen die Verholzung der Zellen und ihre Vereinigung zu Gefäfsen ausgeht. In diesen Knotenpunkten so wie in nicht gestreckten Zwischenknoten scheint die Vereinigung der Zellen zu Gefäfsen oft spärlicher als in den gestreckten Pflanzenorganen; und in letzteren werden häufig die zuerst im Cambium auftretenden, meist sehr engen, häufig aus Gliedern zusammengesetzten Spiralgefäfse und verwandten Organe bis zur völligen Entfaltung des Pflanzentheiles schon wieder resorbirt, was zuerst von Trecul (*Ann. sc. nat.* 1845) nachgewiesen wurde. Dafs diese Gefäfs-Glieder vieler Cryptogamen und Nothocarpeen (Gymnospermen R. Br.) geschlossene Enden haben, geht aus Mettenius's Untersuchungen hervor (Abhandlungen der Sächsischen Gesellsch. der Wissensch. 1860). Die äufsersten Glieder dieser Gefäfse sind meistens einfache Zellen.

Unter diesen Verhältnissen erkennt man an den in Resorption begriffenen Wandungen der porösen Gefäfse nicht selten eine Structur, die der Entstehung dieser Poren als Folge des Anhaftens von Bläschen an der innern Oberfläche der später porös verdickten Zellhaut entspricht.

In Fig. 6 ist ein Stückchen einer solchen Wandung stärker vergröfsert gezeichnet; sie besteht aus fast wagerecht aneinandergereihten, in einer Zwischenzellsubstanz eingebetteten, ringförmigen Körpern, zwischen denen sich ein gleichförmiges, mit ihnen durch die Zwischenzellsubstanz verkittetes Band hinzieht.

Diese ringförmigen Körper als kleine Zellen zu betrachten, welche ringsum stark, oben und unten schwach verdickt sind, dafür spricht, abgesehen von der anderweitig erkannten Entwickelung der porösen Häute, das ähnliche Aussehn der oben genannten Saamenschalen etc. Das zwischen ihnen sichtbare Band ist die zwischen den kleinen ihr anhaftenden Bläschen, leistenförmig nach innen verdickte Haut der secundären Zelle; hier trennt es sich leicht in spiraliger Richtung von den ringförmigen Körpern, die sich hin und wieder einzeln herauslösen, da die ursprüngliche äufsere Platte, von der es hervorwuchs und an welcher die jetzt ringförmig verdickten Bläschen hafteten, fast völlig resorbirt ist.

Von jenen Saamen- und Pollenhäuten unterscheidet sich der Bau dieser Gefäfswandungen dadurch, dafs bei jenen die Zellen unmittelbar nebeneinanderliegen, eine zusammenhängende Gewebeschicht bildend, hier die kugligen oder gestreckten Bläschen entweder völlig getrennt sind oder gewöhnlich nur in einer Richtung einander berühren, zuweilen vielleicht selbst mit einander sich vereinigen.

Seit Mohl's gründlicher Arbeit über den Bau der Zellmembran ist es bekannt, dafs selbst ungleichförmige Verdickungsschichten an den eine Gewebezelle zusammensetzenden Häuten vorkommen. Diese auffallende Erscheinung ist einfach dadurch erklärbar, dafs die heterogenen Häute verschiedener in einander geschachtelter Zellen in solchen Gewebezellen nebeneinanderliegen.

Ueberdies erscheint fast gesetzmäfsig die äufsere primäre Zellhaut, abgesehen von der gewifs sehr verbreiteten spiraligen Textur homogen, während sehr häufig die Haut der secundären Zelle eine eigenthümliche Structur hat, die tertiäre dagegen, dort wo sie die Gröfse der secundären erreichte, gleichfalls structurlos ist*).

Die Ursache dieses bekannten Factums, so wie des ihm gleichbedeutenden Vorkommens organisirter Bildungen in einer der endogenen Zellen, während eine andere nur flüssigen Inhalt hat, ist bisher nicht erkannt worden.

Das häufige fast gesetzmäfsige Fehlen organisirter Körper im Inhalte der primären Zelle und eigenthümlicher Verdickungsformen ihrer Haut verweist uns auf deren Entwickelungsgeschichte um zu entscheiden, ob diese homogene äufsere Haut der Pflanzenzellen die Haut der primären Zelle des Zellensystemes sei, wofür ich sie halte, oder nur die erste structurlose Anwachsschicht, der später in anderer Form verdickenden, zweiten inneren Zellhaut. Letztere würde dann in Bezug auf jene, als Primordialschlauch betrachtet werden können wäre nicht von Mohl für diese Bezeichnung ein anderer Begriff (pag. 3) festgestellt worden.

Die oben angeführten Beispiele völlig unabhängiger Gestaltung benachbarter

*) Vegetationsorgane der Palmen Taf. VII. Fig. 2*a b*.

endogener Zellen (pag. 34, Fig. 45 und 49) sprechen nicht zu Gunsten der letztbezeichneten Anschauungsweise, und jedenfalls würden, — wenn es überhaupt zulässig wäre, gegen die von dem Gründer dieser Lehre aufgestellte Begriffsbestimmung, die am spätesten ihre ursprüngliche Eigenthümlichkeit aufgebende Schicht der Zellwand Primordialschlauch zu nennen, — in jedem Zellensysteme nicht ein, sondern so viele Primordialschläuche angenommen werden müssen, wie in einander geschachtelte Zellen vorhanden sind*) (z. B. Fig. 51 und 52, 80—85).

Es würde dann die von mir gebrauchte Bezeichnung „eines aus in einandergeschachtelten Zellen bestehenden Zellensystemes" für die Gewebezelle in „eine aus ineinandergeschachtelten Primordialschläuchen bestehende Gewebezelle" umgeändert werden können.

So wie der Organismus die vollständige, gesetzmäfsige, endogene Entwickelungsreihe und das harmonische Nebeneinanderwirken aller seiner Elementarorgane zu der vollkommenen Entfaltung seiner typischen Form und seiner Functionen verlangt; so beruht der normale Bau und die Thätigkeit jedes dieser Elementarorgane auf der ungestörten Entwickelung aller jener in inniger Wechselbeziehung zu einander stehenden einfachen Organisationen: der in fortdauerndem Stoffwechsel begriffenen, mit structurloser sphärischer Hülle und heterogenem unorganisirtem Inhalte in dem bildsamen Safte der Mutterzelle entstandenen Zellen.

Nur in der Dauer der Wechselwirkung des Inhaltes und der Hülle, dieser beiden continuirlich sich umändernden Bestandtheile der Zelle, hat deren Organisation Bestand. Absoluter Stillstand in dem Stoffwechsel aller seiner Theile fällt mit dem Ende der organisatorischen Thätigkeit des Organismus zusammen.

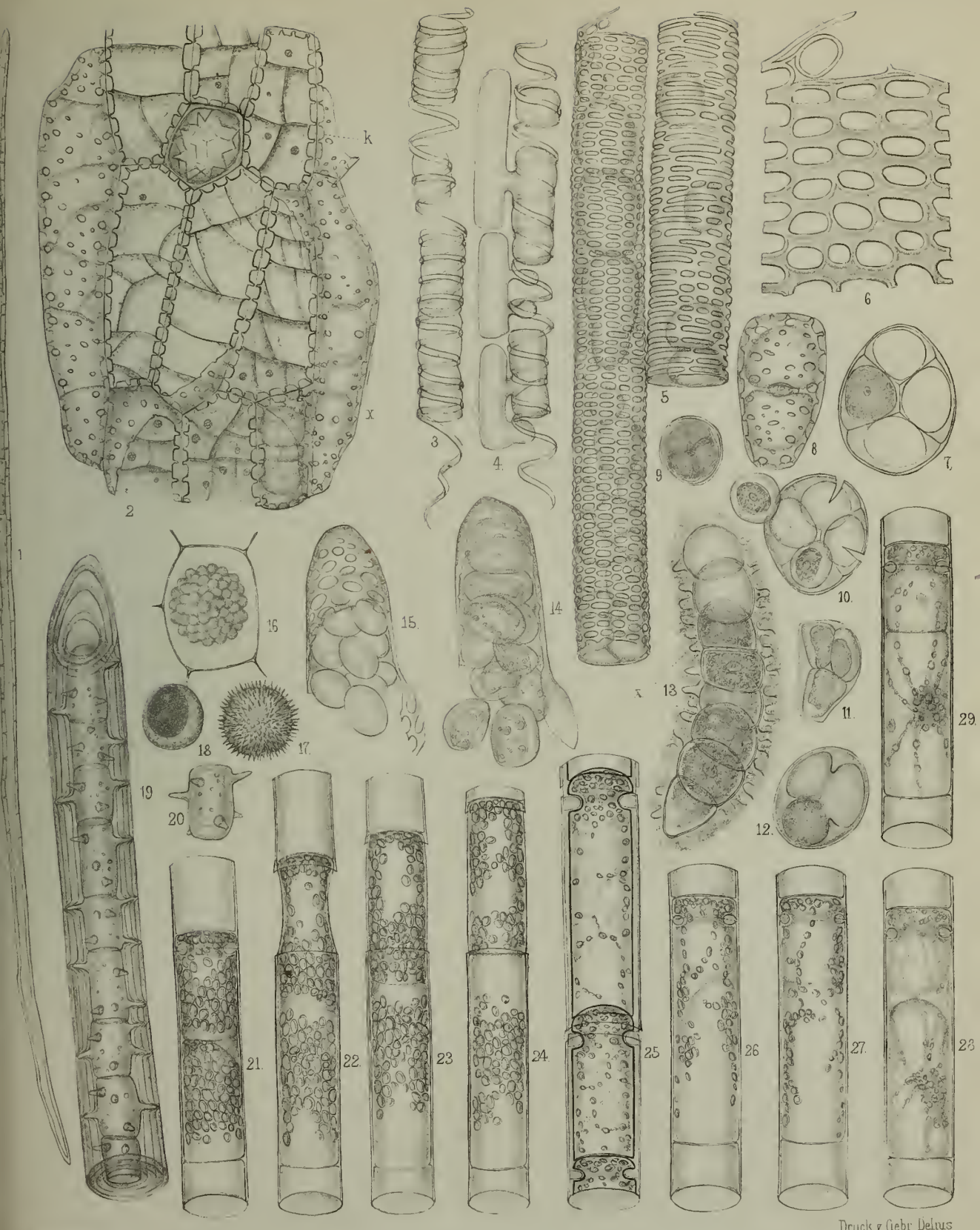
Die entgegenstehende darin ausgedrückte Idee, dafs das Secretionsgebilde die Cellulosemembran, wie die Kalkschale das Haus der Schnecke, so das Kämmerlein in welches sich das Pflanzenleben zurückziehe, das Haus der Pflanzenzelle, später ihr Sarg sei **), — würde, wenn sie Raum gewönne, der Wissenschaft Leichentuch werden.

---

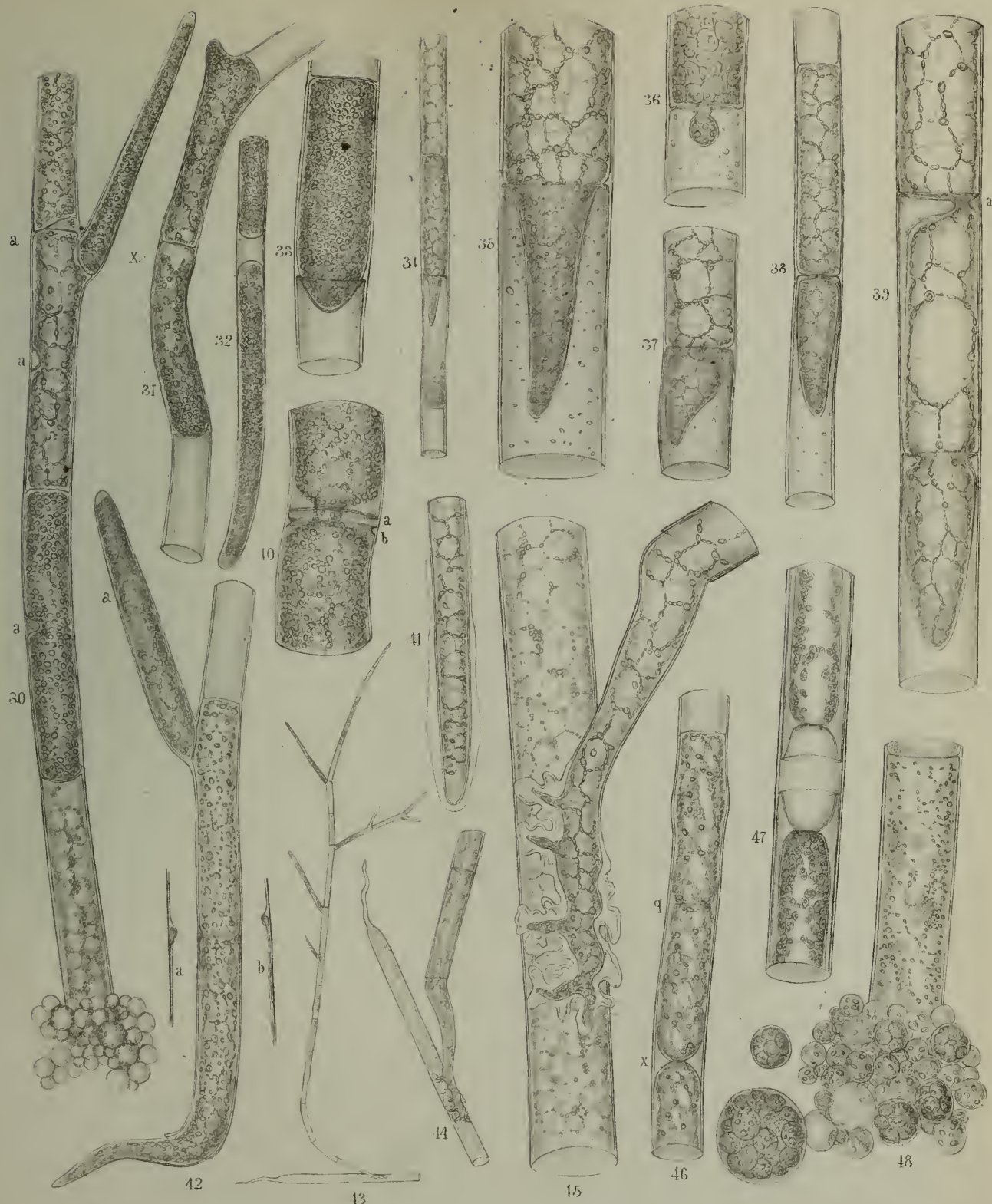
*) H. Karsten, *De Cella vitali* 1843 *pag.* 36. *„In veris glandulis hic cellarum formationis processus saepius repetitur, interdum — — quinque generationes endogenas inveni, ut a nucleolo usque ad jam duplicatam cellae maternae parietem septem membranae fuerint. Tab. I. Fig. VI.*

**) Braun, Verjüngung. 1850. pag. 166.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

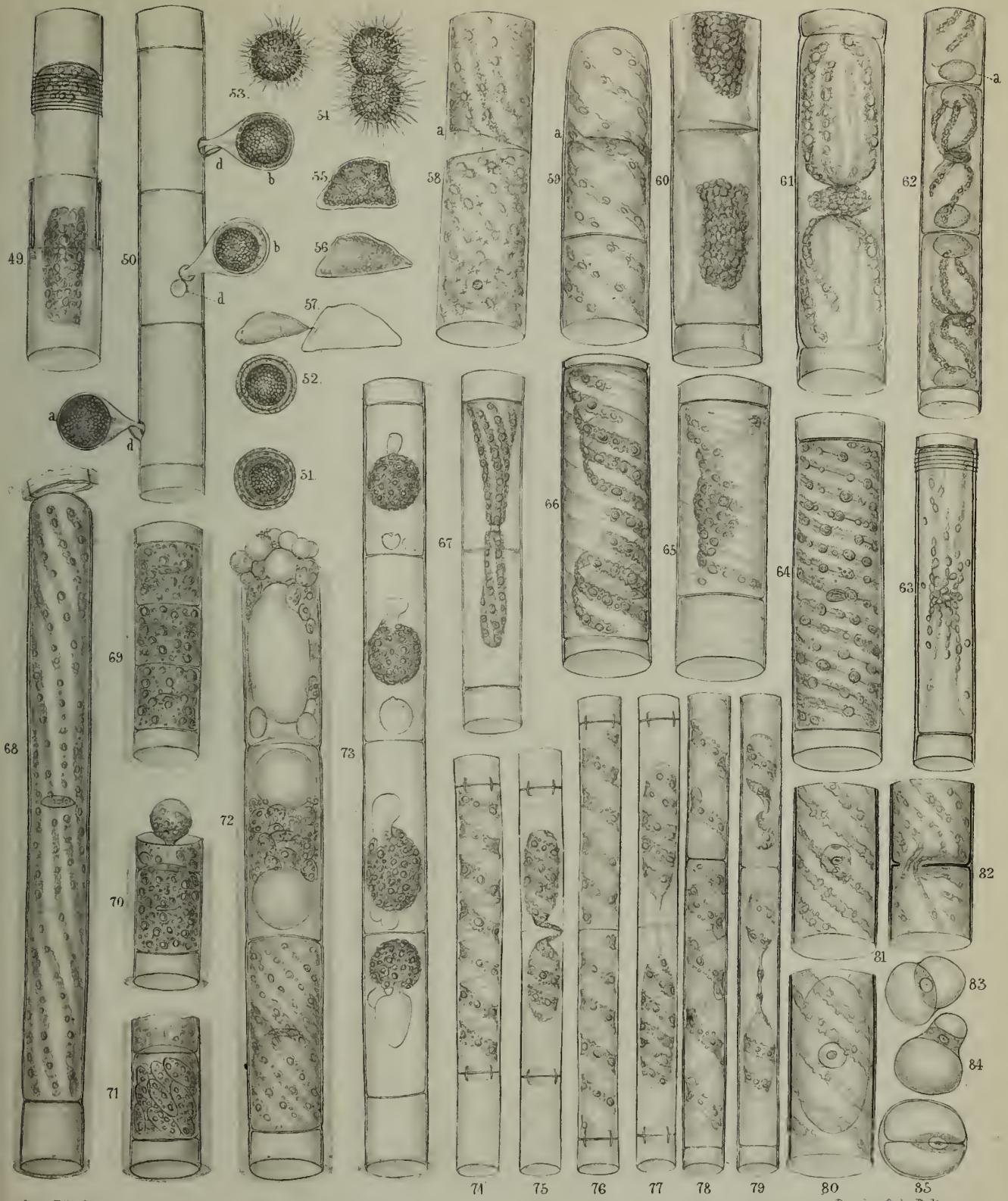


Druck v Gebr Belrus



Lez v Düwel

Druck v. Gebr. Delius.



Gez v Düwel.

Druck v Gebr Delius.